

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES**

**EVALUACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO Y  
DEL USO DE LA TIERRA EN LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ  
TESIS DE GRADO**

**HÉCTOR JOEL SAQUIL CHOC**

**CARNET 20439-08**

**SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2015**

**CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ**

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

EVALUACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO Y  
DEL USO DE LA TIERRA EN LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**HÉCTOR JOEL SAQUIL CHOC**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES EN  
EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2015  
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. EDWIN ESTUARDO VAIDES LÓPEZ

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. RICARDO ISMAEL ÁVILA FOLGAR  
ING. CARLOS ENRIQUE VILLANUEVA GONZALEZ  
ING. CLAUDIO ALBERTO LOPEZ RIOS

Guatemala, 09 de Octubre de 2015

Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Universidad Rafael Landívar  
Presente

Estimados Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que ha asesorado el trabajo de graduación del estudiante Héctor Joel Saquil Choc, carne 20439-08, titulado **“Evaluación Biofísica y Socioeconómica del Recurso Hídrico y del Uso de la Tierra en la Finca Nacional San Jerónimo, Baja Verapaz”**.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente



Ing. Edwin Estuardo Vaidés López  
Colegiado No. 2556  
Código URL 9907



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06366-2015

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante HÉCTOR JOEL SAQUIL CHOC, Carnet 20439-08 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES, del Campus de La Verapaz, que consta en el Acta No. 06116-2015 de fecha 25 de septiembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO Y  
DEL USO DE LA TIERRA EN LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ

Previo a conferírsele el título de INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 9 días del mes de octubre del año 2015.

  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

Dios, por darme la vida, salud, sabiduría y sobre todo sus bendiciones.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por permitirme formarme profesionalmente.

Al Instituto Nacional de Bosques, en especial al personal técnico administrativo de la Finca Nacional San Jerónimo, Subregión II-4 con sede en San Jerónimo, B.V. y Subregión II-3 con sede en Cobán, A.V., por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

MGTR. Edwin Estuardo Vaidés López, por sus valiosos aportes y asesoría en la presente investigación.

Todos los docentes por el tiempo y apoyo brindado durante el proceso de mi formación como profesional, en especial a, Ing. Roberto Waldemar Moya Fernández, Ing. Carlos Ernesto Archila Cardona, Ing. Oscar Alejandro Avalos Cambranes.

## DEDICATORIA

**A:**

**DIOS:** Por la vida, por guiarme en todo momento y ser testigo de sus infinitas bendiciones para mí y mi familia.

**MI MADRE:** María Esperanza Choc, por darme su amor, sacrificio y por el apoyo que me ha brindado, siendo ella un digno ejemplo a seguir. Y que este logro sea una retribución por todos sus consejos y trabajos que ha realizado.

**MI ESPOSA:** Ana Rebeca Chen de Saquil por su amor, comprensión, apoyo, y sus sabios consejos siendo un pilar importante en la culminación de mi sueño.

**MIS HIJOS:** Héctor David y José André que los amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

**MIS HERMANOS:** Luis Arnulfo, Ilsi Magaly, Sergio Yovany, Silvia Lisbeth, por todo su apoyo, cariño y los momentos que hemos pasado juntos.

**MI FAMILIA:** Abuelita Minguita, Tía, Primos (as), Sobrinos (as) por el apoyo, consejos y cariño que siempre he tenido de ellos.

**MIS COMPAÑEROS:** De promoción por su apoyo incondicional y los gratos momentos que compartimos juntos, formando parte de mi familia.

**MIS AMIGOS:** Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
SUMMARY .....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	2
2.1. ANTECEDENTES .....	2
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.2.1 DEFINICIONES.....	5
2.3. MARCO REFERENCIAL .....	22
2.3.1. Descripción biofísica del estudio .....	22
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	31
3.1. DEFINICION DEL PROBLEMA:.....	31
3.2 JUSTIFICACION.....	32
IV. OBJETIVOS .....	33
4.1. GENERAL: .....	33
4.2. ESPECIFICOS: .....	33
V. METODOLOGIA .....	34
5.1. LOCALIZACION DEL TRABAJO: .....	34
5.2 UNIDADES DE ANÁLISIS.....	34
5.2.1 Caracterización del recurso hídrico superficial:.....	34
5.2.2 Caracterización de la situación actual socioeconómica basado en los sistemas productivos:.....	36
5.2.3 Evaluación del conflicto de uso de la tierra: .....	37
5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
5.4 INSTRUMENTO .....	39
5.5 PROCEDIMIENTOS .....	40
5.5.1 Consulta Documental .....	40
5.5.2 Fase de Campo para implementación de Objetivos.....	40
5.5.2.1 Caracterizar el recurso hídrico superficial en cuanto a cantidad y ubicación, como elemento biofísico principal en la Finca Nacional San Jerónimo. ....	40
5.5.2.2. Caracterizar la situación actual socioeconómica basada en los Sistemas Productivos dentro de la Finca Nacional San Jerónimo .....	44
5.5.2.3. Evaluación de la conflictividad del uso de la tierra .....	48
5.6. VARIABLES DE RESPUESTAS:.....	54
5.7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN: .....	55
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN: .....	57



6.1. OBJETIVO 1: CARACTERIZAR EL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL EN CUANTO A CANTIDAD Y UBICACIÓN COMO ELEMENTO BIOFISICO PRINCIPAL EN LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO.....	57
6.1.1. Ubicación espacial de los cuerpos de agua .....	57
6.1.2. Caracterización de los cuerpos de agua .....	60
6.1.3. Análisis de la cantidad de agua encontrada por fuente de agua .....	64
6.2. OBJETIVO 2: CARACTERIZAR LA SITUACION ACTUAL SOCIOECONOMICA BASADA EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DENTRO DE LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO .....	69
6.2.1. Variable socioeconómica. ....	69
6.2.2. Componente Agrícola.....	71
6.2.3 Componente Pecuario .....	80
6.2.4 Componente Bosque.....	82
6.2.5 Componente Social .....	84
6.2.6 Otras opciones económicas .....	86
6.3. OBJETIVO 3: EVALUAR LA CONFLICTIVIDAD DEL USO DE LA TIERRA ACTUAL DENTRO DE LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO .....	87
6.3.1. Uso Actual de la Tierra.....	87
6.3.2. Análisis de la fisiografía del área de estudio .....	91
6.3.3. Análisis de factores determinantes y modificadores para la determinación de la capacidad de uso de la tierra .....	92
6.3.4. Capacidad de Uso de la Tierra .....	95
6.3.5. Mapa de Conflictividad de Uso de la Tierra .....	98
6.4.1. Discusión de la relación de la caracterización del recurso hídrico, la caracterización socioeconómica y de la conflictividad de uso de la tierra actual dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.....	101
VII. CONCLUSIONES .....	103
VIII. RECOMENDACIONES.....	105
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
X. ANEXOS.....	112

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Colindancias de la Finca Nacional San Jerónimo .....	23
Cuadro 2.	Vías de acceso a la Finca Nacional San Jerónimo.....	24
Cuadro 3.	Coordenadas GTM de mojones de la Finca Nacional San Jerónimo.....	25
Cuadro 4.	Características bioclimáticas o zonas de vida de la Finca Nacional San Jerónimo.....	27
Cuadro 5.	Centros poblados abastecidos de agua procedente de la finca.....	29
Cuadro 6.	Comunidades encuestadas en el proceso de la evaluación de los sistemas productivos dentro de la finca.....	36
Cuadro 7.	Materiales empleados por actividad realizada. ....	39
Cuadro 8.	Poblaciones beneficiadas de agua en la Finca Nacional San Jerónimo. ....	42
Cuadro 9.	Comunidades y número de muestras realizadas. ....	48
Cuadro 10.	Quebradas y número de cuerpos de agua significativos que abastecen al cauce principal dentro de la Finca Nacional San Jerónimo. ....	59
Cuadro 11.	Longitud en metros lineales, de los cauces de los cuerpos de agua significativos formados dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.....	62
Cuadro 12.	Resultados de aforos de las fuentes de agua que drenan a las Quebradas dentro de la Finca Nacional San Jerónimo. ....	66
Cuadro 13.	Comunidades y cantidad de muestras realizadas para evaluar sistemas productivos.....	69
Cuadro 14.	Análisis de la cantidad de cultivos por comunidad implementadas en finca bajo estudio .....	72
Cuadro 15.	Tabla de frecuencia de la muestra poblacional dedicada a los cultivos agrícolas.....	72
Cuadro 16.	Análisis de varianza de la producción en el cultivo del maíz entre comunidades.....	74
Cuadro 17.	Prueba de medias de la producción (qq/ha) en el cultivo del maíz para las comunidades El Durazno I, Sibabaj, Las Anonas, Sahuesitas y Guajaca.....	74
Cuadro 18.	Comunidades y medidas preventivas tomadas por los agricultores que garanticen la obtención de sus cosechas.....	76

Cuadro 19.	Comunidades y causas principales de la carencia en la implementación de actividades agronómicas. ....	77
Cuadro 20.	Productos químicos utilizados para el control de plagas y enfermedades por los agricultores de la Finca en estudio. ....	78
Cuadro 21.	Lugar y número de especies de animales presentes por núcleo familiar.	80
Cuadro 22.	Comunidad y cabezas de ganado por núcleo familiar.....	81
Cuadro 23.	Número de especies forestales que utilizan los agricultores por comunidad .....	82
Cuadro 24.	Comunidad y cantidad de leña utilizadas por núcleo familiar. ....	84
Cuadro 25.	Grado de escolaridad que presentan los jefes familiares de las comunidades que habitan la finca nacional san jerónimo. ....	85
Cuadro 26.	Distribución de la Cobertura Forestal y Uso Actual de la Tierra, predominante en la Finca Nacional San Jerónimo .....	88
Cuadro 27.	Leyenda fisiográfica de la Finca Nacional San Jerónimo, San Jerónimo, B.V.....	92
Cuadro 28.	Distribución espacial relativa de los diferentes paisajes. ....	92
Cuadro 29.	Profundidad efectiva del suelo de la Finca Nacional San Jerónimo. ....	93
Cuadro 30.	Distribución de pendientes del terreno de la Finca Nacional San Jerónimo.....	94
Cuadro 31.	Distribución de la pedregosidad superficial e interna en el área de estudio. ....	95
Cuadro 32.	Distribución de clases de capacidad de uso de la tierra de la Finca Nacional San Jerónimo .....	96
Cuadro 33.	Áreas de zonas críticas, según uso actual de la tierra.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación espacial y colindancias de la Finca Nacional San Jerónimo.....	24
Figura 2.	Mapa de Localización del Trabajo “Finca Nacional San Jerónimo, San Jerónimo, Baja Verapaz”. .....	35
Figura 3.	Estratos altitudinales y ubicación de fuentes hídricas de la “Finca Nacional San Jerónimo”, San Jerónimo, B.V.....	38
Figura 4.	Aforo de Nacimiento a través del método Volumétrico. ....	44
Figura 5.	Flujo grama de las actividades realizadas para evaluar la conflictividad del uso de la tierra actual dentro de la Finca Nacional San Jerónimo. ....	54
Figura 6.	Ubicación espacial en los estratos altitudinales de los cuerpos de agua evaluadas en el área bajo estudio. ....	58
Figura 7.	Climadiagrama, temperatura y precipitación promedio, periodo del 2001 al 2010, estación meteorológica San Jerónimo, San Jerónimo, B.V.....	61
Figura 8.	Medición del caudal en obras en cauce en quebradas y en nacientes (ojos de agua).....	65
Figura 9.	Resultados de aforos en base a quebradas formadas dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.....	66
Figura 10.	Número de hijos por familia y comunidad. ....	87
Figura 11.	Uso actual de la tierra y su relación con los estratos altitudinales en el área de estudio.....	89
Figura 12.	Áreas de la finca según Uso Actual. ....	90
Figura 13.	Áreas de la Finca según uso actual.....	90
Figura 14.	Áreas de la finca en relación a la profundidad efectiva del suelo. ....	93
Figura 15.	Áreas de la finca en relación a la pendiente. ....	94
Figura 16.	Áreas de la finca en función a su capacidad de Uso. ....	96
Figura 17.	Áreas de zonas críticas, según uso actual de la tierra.....	99
Figura 18.	Áreas de conflictividad de Uso de la Tierra en base a estratos altitudinales en el Área de Estudio. ....	100

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Distribución de puntos de medición de los cuerpos de agua y lugar de escorrentía en la Finca Nacional San Jerónimo. ....	113
Anexo 2: Boleta de Caracterización; encuesta estructurada, realizada en las comunidades dentro y fuera de la Finca Nacional San Jerónimo.....	117
Anexo 3: Resultados de aforos de las fuentes de agua en función a su lugar de drenaje dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.....	123
Anexo 4: Mapa de Uso Actual de la Tierra en la Finca Nacional San Jerónimo.....	127
Anexo 5: Mapa de división fisiográfica de la Finca Nacional San Jerónimo. ....	128
Anexo 6: Mapa de clases de profundidad efectiva del suelo de la finca.....	129
Anexo 7: Mapa de pendiente del área en estudio. ....	130
Anexo 8: Mapa de pedregosidad de la Finca Nacional San Jerónimo .....	131
Anexo 9: Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra de la Finca Nacional San Jerónimo	132
Anexo10: Mapa de Conflictividad de Uso de la Tierra en la Finca Nacional San Jeronimo.....	133

# **EVALUACIÓN BIOFÍSICA Y SOCIOECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO Y DEL USO DE LA TIERRA EN LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO, BAJA VERAPAZ.**

## **RESUMEN**

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el recurso hídrico como elemento biofísico; social-económico basado en los sistemas productivos y uso de la tierra en la Finca Nacional San Jerónimo, San Jerónimo, Baja Verapaz. La finca tiene una extensión de 1826.18 ha; determinándose en ella la existencia de 108 cuerpos de agua en forma de nacimientos que en promedio para la época seca presentan un caudal de 25.48 l/seg y para la época lluviosa presenta un caudal promedio de 89.47 l/seg; localizados espacialmente más del 90% en la parte alta de la finca. La población que tiene incidencia directa en la finca asciende a un total de 1,208 personas comprendida en cinco comunidades. Se determinó que los agricultores de la Aldea El Durazno I son los que mejores rendimientos presentan en cuanto a producción agrícola y los que mayor cantidad de cultivos implementan. La Aldea Sibabaj es la comunidad que más especies forestales utiliza como fuente de energía. En cuanto al análisis del uso de la tierra muestra que la superficie de la finca cuenta con 1,325.51 ha de cobertura forestal, comprendida principalmente por especies coníferas asociadas a latifoliadas. De acuerdo al análisis de conflictividad de uso de la tierra, del área total el 42.75% se encuentra en sobre uso. Con los resultados obtenidos se exhorta a todas las instituciones de gobierno, ONG's, municipalidades, comités de agua potable a reorientar el manejo de los recursos naturales que garantice su permanencia en el tiempo y espacio para las futuras generaciones.

# **BIOPHYSICAL AND SOCIOECONOMIC EVALUTION OF THE HYDRIC RESOURCE AND LAND USAGE IN THE SAN JERÓNIMO NATINAL FARM, BAJA VERAPAZ**

## **SUMMARY**

The objective of this research study was to evaluate the hydric resource as a biophysical and socioeconomic event based on the productive systems and land usage in the San Jerónimo National Farm, San Jerónimo, Baja Verapaz. The farm has an extension of 1826.18 ha, in which the presence of 108 water bodies, as headwaters, were identified. During the dry season, the average flow is of 25.48 l/sec, while in the rainy season the average flow is of 89.47 l/sec, from which, geographically, more than 90% is located in the upper side of the farm. The population that has direct incidence on the farm is of 1,208 inhabitants, covering five communities. It was determined that farms from the Aldea El Durazno shows the best yields regarding agricultural production, and more crops have been implemented there. Aldea Sibabaj is a community where more forest species are used as energy source. Regarding the analysis on land use, it was determined that the farm's surface has 1,325.51 ha of forest coverage, which is mainly made up of coniferous species associated to broadleaf trees. According to the conflictive analysis on the land usage, a total area of 42.75% is overexploited. As for the results obtained, the governmental institutions, NGOs, municipalities, and drinking water committees are urged to readdress the natural resource management in order to guarantee their permanence in time and space for the future generations.

## I. INTRODUCCIÓN.

La Finca Nacional San Jerónimo se ubica en el municipio de San Jerónimo del Departamento de Baja Verapaz, a una distancia de 135 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. La finca es propiedad del estado, adjudicada al Fondo Nacional de Tierras, FONTIERRA y delegado su administración al Instituto Nacional de Bosques, INAB; tiene una extensión aproximada de 1826.18 ha, donde existen áreas con cobertura forestal y actividades agropecuarias establecidas por las comunidades El Durazno I, Guajaca, Las Anonas, Sahuesitas y Sibabaj (JICA & MAGA, 1997).

El presente estudio consiste en la armonización de la capacidad de uso de la tierra para su aprovechamiento más racional posible, a fin de optimizar la producción sostenible y satisfacer diversas necesidades de la sociedad, conservando al mismo tiempo, los ecosistemas frágiles y la herencia genética; esta armonización de tipos de tierra con los usos actuales de la tierra es posible con la planificación del uso, partiendo de la evaluación ordenada del potencial de la tierra y del agua, de las alternativas de su aprovechamiento, y de las condiciones socioeconómicas que orienten la selección y adopción de las mejores opciones; para la cual dentro de la planificación sobre el uso correcto de la tierra, una etapa importante es la determinación de las potencialidades en términos biofísicos de la misma; donde el propósito primordial es el de asignar u ordenar por clases o categorías que le sean asignadas y calculadas los valores de la tierra dentro de una connotación de aptitud física y económica.

Se determinó la ubicación y cantidad de cuerpos de agua superficial, la evaluación socioeconómica en base a los sistemas de producción existente en la finca para luego evaluar el uso de la tierra a través de mapas de uso actual, mapas de capacidad de uso y el mapa de conflictividad de uso. Su finalidad primordial es el de proveer de una herramienta que servirá a instituciones de gobierno, no gubernamentales y la sociedad civil, el de ser un orientador en la toma de decisiones en lo que respecta a la planificaciones orientadas en el uso de la tierra.



## II. MARCO TEORICO.

### 2.1. ANTECEDENTES

#### **a). Métodos de cuantificación física y estimación del valor económico de los bienes y servicios ambientales que prestan los bosques de la finca San Jerónimo, Baja Verapaz.**

Esta investigación fue realizada por el Instituto Nacional de Bosques –INAB- y la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Académica Guatemala (FLACSO GUATEMALA); En el 2000, Tuna realizo pruebas de infiltración, pérdidas de agua producidas por escorrentía, medición de caudales de agua, análisis físico, químico y microbiológico en fuentes hídricas dentro de la finca como también perdidas de suelo ocasionadas por la erosión hídrica del lugar, donde determino que existe mayor infiltración básica en áreas con cobertura forestal que en las áreas de cultivos, debido que los suelos con cobertura forestal poseen más materia orgánica, mejorando la absorción y la disposición espacial de las partículas libres del suelo (estructura) ya que las raíces de las plantas a su vez aumentan el espacio poroso del suelo; mismo quien determino que en el área existía para tal fecha una perdida en el volumen de agua en forma de escorrentía en las zonas boscosas en un total de  $187.64 \text{ M}^3/\text{ha}/\text{año}$  y en las zonas cubiertas con plantaciones de maíz este valor es de  $274.77 \text{ M}^3/\text{ha}$ , que significa que existe una perdida final en esta ultima  $449.49 \text{ M}^3/\text{ha}/\text{año}$  más que en los bosques del total de agua reportada como precipitación para el área ( $980.52 \text{ mm}/\text{año}$ ).

Se reportó que algunas fuentes que producen un caudal  $9.29 \text{ l/s}$  de los cuales se utilizan  $5.95 \text{ l/s}$  por las comunidades circundantes a la finca. Del análisis químico del agua realizado muestra que la conductividad eléctrica es baja, lo que indica que las aguas no son salinas, al relacionar el contenido de sodio con el de calcio, magnesio y potasio, se obtiene que la relación de absorción de sodio es baja, por lo que recomienda que el agua puede ser utilizada con fines de riego para la agricultura y el consumo humano; en el análisis microbiológico indica que únicamente existe una muestra que cumplió las normas estipuladas por COGUANOR bajo el punto de vista de las aguas que pueden ser potables o consumidas por el ser humano, donde el resto de las muestras analizadas no cumplieron el valor mínimo de coliformes totales donde

concluye dicho autor que es debido a la falta de manejo adecuado de las cajas de captación y no de la calidad en si del agua.

En el 2002, Tuna determino que el volumen de suelo que se pierde por la erosión, en los bosques y áreas cultivadas de la Finca Nacional San Jerónimo es de 0.67 toneladas métricas por hectárea por año y 5.13 TM/Ha/años respectivamente. Dándole un valor económico de los suelos perdidos por el cambio en el uso de la tierra; en base a la metodología utilizada de costos de sustitución; determinó que el valor del cambio en el uso de la tierra de cobertura a sin cobertura es de Q.79.18/ha/año.

**b). Caracterización de las principales fuentes hídricas.**

En el 2010, Mansilla caracterizó cinco fuentes hídricas encontradas en el lugar, donde determino que bajo las normas de COGUANOR todas son aptas para el consumo humano, pero dentro de las recomendaciones que realiza en su estudio menciona que deben las instituciones competentes en la protección del medio ambiente velar porque estas se les propicie una mejor protección con respecto a la cobertura forestal para garantizar sus permanencia y sus condición de productores de agua del lugar, como también realizar estudios en la parte media y baja en búsqueda de la cuantificación de caudales como también de sus análisis respectivo en función a las calidades químicas y biológicas.

**c). Informe final sobre el Estudio del plan maestro de manejo forestal en Baja Verapaz.**

En el ámbito local, se ha determinado que la geología y los suelos existentes en la Finca Nacional San Jerónimo está compuesta por rocas metamórficas, esquistos micáceos, en el estrato norte se encuentra presente series edafológicas: Andosoles (suelos francos, ceniza volcánica, negro parduzco), Ferrasoles (suelos profundos, tono amarillento, horizonte B ferrático, no presenta iluviación de arcilla), Cambisoles (suelos profundos a poco profundos sin iluviación de arcilla, pardo oscuro a pardo amarillento), Leptosoles (son suelos inmaduros, profundidad limitada por roca continua, presencia de capa cementada a 30 centímetros o existencia de pedregosidad diseminada; sin

horizonte A), Fluvisoles (compuesta por sedimentos fluviales con gravas fluviales), Antrosoles (remoción de horizontes superficial por arrastre, cambio del ambiente químico por efecto de la fertilización (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, 1997).

Teniendo en cuenta esta clasificación y dado que los Andosoles y Ferrasoles son los que cubren la mayor parte de la finca es decir que son los más representativos y los únicos que se pueden encontrar en el campo con certeza y son los que presentan cobertura forestal y cultivos; son las áreas donde algunos estudios se realizaron.

#### **d). Evaluación económica de tierras en Guatemala**

Estudio elaborado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar (2003), menciona que Guatemala por su ubicación geográfica y su relieve topográfico influida por la región montañosa de la sierra madre condiciona que de la extensión territorial del país, solamente el 34.40 % (37,457.82 Km<sup>2</sup>) de la superficie se pueda dedicar a cultivos agrícolas sin y con limitaciones; el 17 % (18,511.13 Km<sup>2</sup>) a cultivos agrícolas no arables; mientras que el 48.3 % (52,593.39 Km<sup>2</sup>) de la superficie tiene capacidad de uso forestal para producción y protección.

En esta misma investigación determinaron que en Guatemala el 25% de las tierras del país, que representan más de 27,000 Km<sup>2</sup> se encuentran en sobre uso, lo que ha implicado una modificación al ecosistema, su exposición a la erosión y consecuentemente a la degradación de la misma; estimando en el 2003 que el país existió un cambio de uso en 880,220 hectáreas, de los cuales el 61.4% ocurrió en la eco región bosques húmedos de Peten – Alta Verapaz, el 21.9% ocurrió en la eco región bosques de pino encino de Centroamérica donde se encuentra localizada el área bajo estudio, 7.1% ocurrió en bosques húmedos del Atlántico de Centroamérica, el 9.6 % restantes ocurrió en las otras eco regiones en que subdivide el país.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 DEFINICIONES.**

#### **a) El ciclo hidrológico**

Los recursos hídricos tienen como referencia al ciclo hidrológico; proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano vuelve al océano después de pasar por las etapas de precipitación y escorrentía superficial o subterránea. A lo largo del ciclo existen múltiples cortos circuitos o ciclos menores. También hay que tener en cuenta que el movimiento del agua en el ciclo hidrológico se caracteriza por la irregularidad, tanto en el espacio como en el tiempo (Custodio & Llamas, 2001).

#### **b) Sistema hidrológico general**

Para una mejor comprensión se puede visualizar el sistema hidrológico como una parte de ambiente hidrológicos que reciben agua y se la traspasan entre sí, poniendo así de manifiesto los dos procesos fundamentales de almacenamiento y de transferencia (INAB, 2002).

#### **c) Humedad del suelo**

Está constituida por cierta parte del agua infiltrada que queda en la zona radicular en forma no saturada y está sujeta a procesos de evapotranspiración, flujo sub superficial y percolación (Motta, 2001).

#### **d) Procesos de transferencia**

Proceso en el cual el agua pasa de un ambiente hidrológico a otro. Constituyen el medio de intercambio entre éstos y son las causas principales de los cambios que sufren los procesos de almacenamiento (Motta, 2001).

#### **e) Infiltración**

Es el paso del agua de almacenamiento de detención al suelo por efectos de la gravedad (Avalos, 2008).

## **f) Esgurrimiento**

Movimiento del agua de detención superficial hacia otros almacenamientos como cauces, embalses, lagos, depresiones (Motta, 2001).

Flujo superficial, subsuperficial y subterráneo que proviene de la precipitación, los cuales son captados por las vertientes que luego se incorpora a los cauces principales de los ríos (INAB & FAUSAC, 2003).

También se entiende por escurrimiento, al flujo superficial (sobre el suelo), subsuperficial (dentro del suelo) y el flujo subterráneo (en los estratos de roca) provenientes de la precipitación pluvial, los cuales generalmente son captados por los cauces de los ríos (Herrera, 1995).

La medición del escurrimiento de un río, es el dato básico empleado en la mayoría de los casos en que se van a planear y/o proyectar obras hidráulicas en el cauce de alguna cuenca. Por lo tanto, es conveniente tener esta información disponible y en la cantidad adecuada, además de confiable (Herrera, 1995).

## **g) Escorrentía**

Es el flujo de agua transportado por los cauces de los ríos hacia zonas de almacenamiento como lagos, embalses y mares (Motta, 2001).

Cada gota de agua desde el momento que alcanza la tierra hasta cuando llega al cauce de una corriente son varios sus posibles movimientos e inciertos, estos posibles caminos pueden ser:

1. Escorrentía superficial. Exceso de la precipitación que ocurre después de una lluvia intensa y se mueve libremente por la superficie de la tierra o el volumen de agua que avanza sobre la superficie de la tierra hasta alcanzar un canal o dando lugar a la formación de barrancos, arroyos y ríos (INAB & FAUSAC, 2003).
2. Escorrentía subsuperficial. Porción de agua que se infiltra a través de la superficie puede moverse lateralmente en las capas superiores del suelo hasta llegar al cauce de la corriente. Su movimiento es más lento que la escorrentía superficial y alcanza las corrientes posteriores (INAB & FAUSAC, 2003).

3. Escorrentía subterránea. Esta se forma por infiltración del agua en el terreno y luego percola, formando los acuíferos. Esta circula por los conductos, constituyen ríos subterráneos, parte de esta circulación aflora en fuentes y manantiales, dan lugar también a la formación de arroyos y ríos. Lo que viene a constituir el caudal base de los ríos (INAB & FAUSAC, 2003).

#### **h) Flujo subsuperficial**

Es el movimiento del agua contenida en los estratos superiores del suelo, que se produce por gradiente topográfico (Avalos, 2008).

#### **i) Flujo base**

Es el movimiento del agua subterránea que reaparece en la superficie pudiendo emerger en laderas (manantiales) o cauces profundos (Avalos, 2008).

#### **j) Recarga hídrica**

Proceso que implica el incremento del agua hasta la zona de saturación donde se encuentra el nivel de las agua subterráneas, esto quiere decir que es la cantidad de agua adicionada a través de pozos de inyección principalmente (recarga artificial) o absorbida a través del suelo y percola hasta llegar a un acuífero (recarga natural). Además puede ser directa a través de la infiltración de lluvia y/o lateral por el aporte de otras áreas o cuencas (INAB & FAUSAC, 2003).

#### **k) Aforo**

El caudal o gasto es el volumen de agua que pasa por una sección específica del cauce de un río en un tiempo determinado y al conjunto de operaciones que conduce a la valoración del gasto (Herrera, 1995).

#### **l) Aforo de corrientes**

Conjunto de operaciones realizadas en un río, para determinar el caudal circulante en un momento determinado, anotando al mismo tiempo la altura en escala limnimétrica (INAB & FAUSAC, 2003).

El caudal de una corriente no es constante en el tiempo, es muy importante conocer sus fluctuaciones, mediante una serie de aforos, que debidamente valorizados y compilados, nos conducen a encontrar las leyes en que se rige la corriente, esto es el régimen mensual, anual y cíclico de una corriente; con lo que se puede relacionar el caudal con el tiempo para obtener el hidrograma o higrógrafo característico de un río (Herrera, 1995).

### **LI) Aforos diferenciales**

Cuando se realizan aforos en algunos tramos del río (corriente principal), para que a partir de los caudales se determine si se aporta agua al acuífero o este último se proporciona, es decir definir si el río es influente o efluente. De esta manera se podrán conocer la descarga del acuífero o existencia de recarga hídrica por este factor (INAB & FAUSAC, 2003).

Este tipo de aforo sirve para determinar los sectores en los cuales la precipitación pluvial constituye una recarga potencial al acuífero (precipitación efectiva), después de los efectos del suelo, vegetación, topografía, etc. Parte de ella es posible que emerja como manantiales (corrientes secundarias) o directamente alimente a la corriente superficial principal de la cuenca (río efluente), por lo tanto haciendo medidas de caudal en intervalos relativamente pequeños sobre la longitud del cauce, se pueden detectar los sectores en los que el río se comporta como efluente o bien a través de infiltración de agua dentro de su cauce pasa a constituir también una recarga al acuífero (río influente) (INAB & FAUSAC, 2003).

Actualmente sirve para tener una idea cuantitativa de que fracción de la precipitación efectiva contribuye al caudal de la corriente principal siendo esta siempre menor que la cantidad de recarga potencial. Uniendo el conocimiento de la recarga potencial en cada una de las unidades de mapeo definidas y los caudales aforados, es posible realizar la importancia de los aportes de las partes altas de una cuenca principalmente. Para la localización y aforo de manantiales se deben ubicar en coordenadas geográficas o

coordenadas UTM y su altitud en m.s.n.m., utilizando un sistema de posicionamiento global GPS (INAB & FAUSAC, 2003).

#### **m) Tipos de corriente superficial**

Varían de acuerdo al flujo o a la intensidad de agua que poseen en determinadas estaciones. Existen las corrientes permanentes las cuales mantienen el flujo de agua del caudal en cualquier época del año. Por otra parte las corrientes efímeras llevan la intensidad del agua solamente cuando existe una fuerte cantidad de precipitación pluvial y las corrientes superficiales intermitentes son las que se producen durante una sola época del año. A las corrientes puede asignársele un orden, que es definido por las ramificaciones del cauce principal que se relaciona al número de bifurcaciones de una corriente (MAGA, 2001).

#### **n) Unidad de Muestreo**

Las unidades de muestreo son colecciones no traslapadas de elementos de la población que cubren la población completa. Las unidades de muestreo deben ser uniformes y estables, fácilmente identificables y deben suministrar información lo más precisa posible. Adicionalmente, cada unidad de muestreo debe tener igual probabilidad de selección, en algunos casos es deseable que permita una fácil conversión a unidades de área y debe tener una magnitud proporcional al objeto del estudio.

#### **ñ) Muestra**

Es una colección de unidades muestrales seleccionadas de un marco o de varios marcos. Puede decirse también que muestra es una porción representativa de la población. Son requisitos deseables de una buena muestra:

- a) Representatividad, que se garantiza con la selección adecuada del tipo de muestreo,
- y b) Confiabilidad (está relacionada con el tamaño de la muestra).

El tamaño de la muestra depende del nivel de precisión deseado, 10% y 15% en investigación, o bien 20% o hasta 25% en toma de decisiones. El tamaño de la muestra,



o dicho en otras palabras, el número de unidades de muestreo que han de constituir la muestra está determinado por la variación existente entre las unidades y por el costo implícito en la disminución de esta variación al mínimo.

**o) Población finita:**

Es la población que tiene un tamaño establecido o limitado. Por ejemplo: empleados de una fábrica, estudiantes de una Universidad, clientes de una agencia bancaria, etc.

**p) Precisión**

Es el alejamiento máximo que el investigador está dispuesto a permitir entre el estimador y el parámetro correspondiente.

**q) Confiabilidad**

Es el grado de seguridad de que la precisión se cumpla, y se mide en términos de probabilidad. Los valores más frecuentes utilizados para representar la confiabilidad son: 1.65, 1.96, 2.58, los cuales equivalen al 90%, 95% y 99% de confianza, respectivamente.

El tamaño de la muestra guarda relación con el grado de precisión, a mayor precisión (valores cercanos a 0) mayor tamaño de muestra. En la práctica se presta más atención a la precisión que a la confiabilidad.

**r) Tipos de muestreo**

Existen dos métodos para seleccionar muestras de poblaciones: el muestreo no aleatorio (no probabilístico o a juicio) y el muestreo probabilístico (o aleatorio). En el muestreo probabilístico, todos los elementos de la población tienen la misma oportunidad de ser seleccionados para formar parte de la muestra.

**s) Muestreo Simple Aleatorio**

En el muestreo simple aleatorio se seleccionan muestras mediante métodos que permiten que cada posible muestra de tamaño  $n$  tenga una igual probabilidad de ser

seleccionada y que cada elemento de la población total tenga una oportunidad igual de ser incluido en la muestra.

Condiciones para aplicarlo:

1. Las características de la población deben ser homogéneas con respecto a la variable de interés.
2. Se debe conocer el tamaño de la población.
3. Se debe tener un listado de todos los elementos de la población (marco lista).

#### **t) Sistema**

Es el conjunto de elementos relacionados o una manera de establecer un modelo basado en una situación real. Su objetivo es agrupar componentes de una manera organizada y simplificada. Un grupo de componentes interindependientes forman una unidad y funcionan juntos. La herramienta "sistema" ayuda a comprender la realidad y permiten que se enfatizen factores importantes y las características que definen a un sistema son:

- Los límites pueden ser naturales o artificiales y definen claramente lo que es endógeno y exógeno con relación al sistema.
- La estructura es la disposición espacial y temporal de los componentes endógenos del sistema. Muestra como los diferentes componentes del sistema están dispuestos con relación a otros. Si no se encuentran todos simultáneamente, especifica cuál es su secuencia temporal.
- La función del sistema se refiere a la relación entre los insumos y productos. Insumo y producto es cualquier elemento que puede ser alimentado al sistema o generado por él. La función del sistema se detalla en términos de manejo y productividad: el manejo es la forma en que los insumos (inversiones) se convierten en productos. La productividad o desempeño es la relación cuantificada entre insumos y productos. El estado indica si el sistema está desarrollándose, si es estable o está en declinación.

#### **u) Sistema agrícola**

Un estudio realizado por FAO (2003) citado por Zelaya (2008) lo definen como al conjunto de explotaciones agrícolas individuales con recursos básicos, pautas empresariales, medios familiares de sustento y limitaciones en general similares, a los cuales corresponderían estrategias de desarrollo e intervenciones parecidas. Según el alcance del análisis, un sistema agrícola puede abarcar unas docenas o a muchos millones de familias. La clasificación de los sistemas agrícolas de las regiones en desarrollo se ha fundado en los siguientes criterios:

Recursos naturales básicos disponibles, comprendidos el agua, las tierras, las zonas de pastoreo y de bosques; el clima, del cual la altura es un elemento determinante; el paisaje, comprendida la pendiente; la dimensión de la finca, el régimen y la organización.

#### **v) Sistema de Producción:**

Es el arreglo de las actividades productivas realizadas por una familia como su medio de vida, sin discriminar género o edad y cuyo productos contribuyen a satisfacer las necesidades materiales de la misma CATIE & OLAFO (1994). Una finca también es un sistema; su estructura está relacionada con el número y tipo de componentes, ya sea de caracteres físico y/o biótico y un subsistema socioeconómico interactuando con flujos que entran y salen de la finca; los sistemas agrícolas casi siempre interactúan, son arreglos de componentes con entradas y salidas; un sistema agrícola puede ser un subsistema de otro sistema agrícola.

Un sistema de cultivos es un arreglo espacial y cronológico de poblaciones de cultivos, con entradas de radiación solar, agua y nutrientes y salidas de biomasa de valor agronómico (Hart, 1985).

#### **w) Manejo de la Tierra**

Es la utilidad o manejo apropiado que se le debe dar a la tierra con base en el índice de su capacidad biofísica y su cobertura (Klingebiel & Montgomery, 1961).

### **x) Unidad de Tierra**

Es una superficie de la tierra, por lo general mapeada, con características específicas, la cual se usa como base para una evaluación. Y estas unidades deben ser una aproximación a las “unidades de manejo” con respuestas uniformes a los sistemas relevantes de manejo (FAO, 1994).

### **y) Clasificación de tierras por capacidad de uso**

La clasificación de tierras es un agrupamiento de interpretaciones que se hacen principalmente para fines agrícolas y comienza por la distinción de las unidades de mapeo. Permite hacer algunas generalidades con respecto a las potencialidades del suelo, limitaciones de uso y problemas de manejo. Se refiere a solo un nivel máximo de aplicación del recurso suelo, sin que este se deteriore, con una tasa más grande que la tasa de su formación. En este contexto el deterioro del suelo se refiere sobre todo al arrastre y transporte hacia debajo de la pendiente de partículas de suelo por la acción del agua precipitada (Klingebield & Montgomery, 1961).

### **z) Evaluación de Tierras**

Es la actividad que describe e interpreta aspectos básicos de clima, vegetación, suelo y de otros aspectos biofísicos y socioeconómicos para identificar probables usos de la tierra y compararlos con el rendimiento estimado de su aplicación sostenible, es decir su aplicación deseada (Richters, 1995).

#### **Aa) Capacidad de uso de la tierra**

Es la determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser usada para determinados usos, en términos de cobertura natural o productiva ejercida por el hombre. Basado en los principios de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo (Klingebield & Montgomery, 1961).

#### **Ab) Uso de la tierra**

Es muy frecuente decir que el uso de la tierra ocurre solo cuando esta se manipula físicamente; las áreas sin intervención físicamente tienen cobertura natural mientras que las áreas intervenidas, su cobertura es artificial. Comparando las dos áreas se

visualiza la frontera agrícola. Este enfoque “desde la ciudad” significa un entendimiento parcial y estático del uso de la tierra (Richters, 1995).

### **Ac) Categorías de uso de la tierra**

Todas las áreas definidas tienen un uso, es conveniente distinguir las categorías de uso, algunos las distinguen como la tierra en su totalidad, el agua que recibe, almacena y produce, su reserva mineral, de petróleo o de gas natural, su espacio físico y sus productos biológicos. Siendo esta última categoría la más importante desde el punto de vista del uso de la tierra en general porque incluye todo producto agrícola silvicultural, pastoril o de caza, con o sin siembra o crianza anterior o restauración después de la cosecha. Donde muchas veces existen conflictos entre estas categorías y entre los muchos usos que se pueden distinguir en cada una; relacionar los diferentes usos entre sí y con el recurso tierra es la función del manejo del uso de la tierra (Richters, 1995).

### **Ad) Manejo del uso de la Tierra: Necesidad y Objetivo**

Es la actividad estatal, cuya meta es la determinación, establecimiento y el mantenimiento de una combinación socioeconómicamente relevantes de sistemas de usos variados de la tierra en el país, hasta el potencial sostenible que tiene la tierra en el lugar afectado. La mejor aplicación de sistemas relevantes de uso de la tierra se determina con cierta regularidad por medio de un proceso, más o menos cíclico, de redefinición y reevaluación de los sistemas y de sus requisitos, por un lado, y de las calidades de la tierra, por otro, en el ámbito físico, químico, biológico, social (político), económico del lugar, del país, y de su entorno. Cabe mencionar que la necesidad del manejo del uso de la tierra se explica mediante dos factores: a) la escasez cada vez más apremiante del recurso tierra per cápita; b) los efectos negativos del uso de la tierra más allá de un potencial sostenible, fuera de su propio ambiente en tiempo y espacio. Dentro del mismo manejo del uso de la tierra se distinguen tres categorías de actividad: la determinación, el establecimiento y el mantenimiento de una combinación de usos (Richters, 1995).

### **Ae) Objetivos de una evaluación de las tierras y su uso**

Los objetivos de una evaluación de tierras pueden ser: la valoración y recuperación de tierras frágiles y recuperación de tierras como primera orientación hacia una acción al respecto (Sheng 1986; Michaelsen 1977; Tosi 1981; CCT 1985; Tablas1986, citados por Richters 1995) y finalmente otro objetivo puede ser la implementación de usos deseados (FAO, 1994).

### **Af) Sobre uso de la tierra**

Según Richters (1995) citado por el INAB (2000) es el uso de una unidad de tierra a una intensidad mayor a la que soporta en términos físicos.

### **Ag) Sub uso de la tierra**

Según Richters (1995) citado por el INAB (2000) es el uso de una unidad de tierra a una intensidad menor que la que es capaz de soportar en términos físicos.

### **Ah) Uso correcto**

Según Richters (1995) citado por el INAB (2000) es el uso que indica que no hay discrepancia entre la capacidad de uso de la tierra y el uso que actualmente se le está dando.

### **Ai) Uso potencial**

Según Richters (1995) citado por el INAB (2000) es el uso virtualmente posible con base en la capacidad biofísica de uso, y las circunstancias socioeconómicas que rodean a una unidad de tierra indica el nivel hasta el cual se puede realizar un uso según la supuesta capacidad del suelo, bajo las circunstancias locales y actuales. Bajo este contexto, el uso potencial es menos intensivo o de igual intensidad que el uso a capacidad, pero nunca más intensivo.

### **Aj) Unidad de mapeo**

Es definida como la porción de la superficie terrestre con un tamaño definido en función del nivel y escala del levantamiento y los criterios de clasificación de la tierra. Existen unidades puras, asociaciones, consociaciones, complejos (SEGEPLAN et al, 1994).

### **Ak) Profundidad efectiva del suelo**

Se da a conocer que es la profundidad donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente para obtener agua y nutrimentos. Es la profundidad hasta cualquier capa en el perfil del suelo que difiere del material superficial en propiedades químicas y físicas, que en una u otra forma puede retardar el desarrollo y penetración de las raíces. Y se tiene que medir en función de la existencia de un cuerpo que mecánicamente impide o limita el desarrollo radical, clase de roca, ripio o estratos compactados y/o endurecidos (SEGEPLAN, 1991).

### **Al) Sostenibilidad**

Es el deseo de lograr un uso de la tierra según su potencial sostenible, lo que conduce a la sostenibilidad, discutida sobre todo en el contexto del modelo macro de desarrollo, que se busca realizar a nivel nacional; comprendiéndolo desde el punto de vista manejo del uso de la tierra (Richters, 1995).

### **All) Análisis fisiográfico**

La fisiografía se refiere a la “descripción de las producciones de la naturaleza” entendiéndose como naturaleza el “conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo”. Aplicado al planeta tierra la naturaleza comprende el conjunto, orden y disposición de las entidades que coronen el globo, como la litosfera, hidrosfera, biosfera y atmosfera, cuyo punto de contacto es la superficie terrestre; por lo tanto, la fisiografía no solo describe los aspectos relativos a la litosfera (relieve, materiales y edad) como lo hace la geomorfología, si no también aquellos relativos al agua, los seres vivos y el clima (Villota, s.f.).

Analizando la Fisiografía desde un punto de vista edafológico, ésta comprende el estudio, descripción y clasificación de los “cuerpos de suelo” con sus características externas (Geoformas) e internas (Suelos), considerando para ello aspectos de geomorfología, geología, climas pasados y actual, hidrología e indirectamente aspectos bióticos (Incluida la actividad humana) en la extensión en que pudieran incidir en las características internas de esas geoformas o en su aptitud de uso y manejo y, que por ende, pudieran conducir a mejorar los métodos de estudio y mapeo de suelos. En cuanto al análisis fisiográfico, se trata de un método moderno de interpretación de imágenes de la superficie terrestre, que se basa en la relación fisiográfica-suelo. De una parte, el suelo es un elemento de los paisajes fisiográficos y, de otra, el ambiente geomorfológico determinado por el relieve, el material parental y el tiempo, que junto con el clima, son los factores formadores de esos paisajes; por consiguiente, también lo serán de los suelos que encierran (Villota s.f.).

Con los criterios anteriores se estableció un sistema de clasificación fisiográfica del terreno, mediante el cual es posible jerarquizar una zona cualquiera, de lo general a lo particular, en diferentes categorías. Ello, con el objeto de poder utilizarla en el análisis fisiográfico sobre distintas imágenes de sensores remotos, a diferente escala, y para diferentes niveles de detalle de los levantamientos en los que se utilice (López, 2001).

El sistema tiene una estructura piramidal, en cuyo vértice están las estructuras geológicas propias de todo continente, a saber:

- Cordilleras de plegamiento
- Escudos o cratones
- Geosinclinales o grandes cuencas de sedimentación.

A partir de las anteriores, se establecieron seis categorías fisiográficas a saber:

- 1) Provincia fisiográfica
- 2) Unidad climática
- 3) Gran paisaje o unidad genética de relieve
- 4) Paisaje
- 5) Sub-paisaje
- 6) Elementos del paisaje



### **Am) Escalas y/o niveles de trabajo a utilizar en la aplicación de la metodología adoptada por el INAB**

Cuando se menciona niveles de levantamiento, se hace referencia a la intensidad de muestreo u observaciones y medición de las variables utilizadas por la metodología (INAB, 2000).

En este sentido, cuando el objetivo del estudio requiera mayor precisión aumentamos la intensidad de muestreo (estudio detallado) y, cuando el estudio no requiera más que un nivel general, el número de observaciones en el campo disminuye (INAB, 2000).

### **An) Descripción de la metodología adoptada por el INAB**

Para el desarrollo de una metodología, el Instituto Nacional de Bosques de Guatemala INAB, con fines de clasificar y certificar la capacidad de uso de la tierra, hizo una revisión de diferentes sistemas de clasificación que han sido utilizados en la región centroamericana y particularmente en Guatemala.

Con base en revisiones practicadas a estos sistemas y con participación de un grupo de expertos nacionales en planificación de usos de la tierra, después de una serie de talleres, se adoptó la metodología que combina algunos principios, conceptos y procedimientos de los sistemas o esquemas del Departamento de Agricultura de Estados Unidos –USDA-, T.C. Sheng y sus modificaciones, Centro Científico Tropical de Costa Rica –C.C.T.-

El esquema metodológico propuesto, parte de los siguientes conceptos:

- Guatemala es un país que a pesar de tener relativamente una pequeña extensión territorial, cuenta con gran diversidad de condiciones biofísicas.
- Todas las tierras del país son factibles de clasificación, con excepción de las áreas que han sido sujetas de urbanización en los diferentes asentamientos humanos.
- Se considera un primer nivel representado por la región natural, la cual está definida por límites que incluyen criterios geológicos, climáticos, edafológicos e hidrográficos (fisiográficos):
- Se diferencian rangos en los niveles de los factores limitantes, según la región natural en la que se dividió el país.

- Las categorías de capacidad de uso, presentan un ordenamiento de mayor a menor intensidad de uso posible.
- Como factores que limitan la utilización de tierras, se han considerado aquellos que afecten directamente a los usos forestales en cuanto a su crecimiento, manejo y conservación; de fácil medición o estimación de bajo costo.

### **Añ) División del país en regiones naturales**

Con la finalidad de considerar las variaciones geológicas, topográficas, climáticas y edáficas (fisiográficas), así como la influencia que generan estos componentes sobre la capacidad de uso de la tierra, se hizo una división del país en lo que se le denominó regiones naturales; Siguiendo los límites naturales comprendidos entre los componentes fisiográficos (suelo, clima, geología y relieve), se identificaron siete regiones naturales en Guatemala.

Las regiones definidas son las siguientes:

- Tierras de la llanura costera del Pacífico.
- Tierras volcánicas de la Bocacosta.
- Tierras altas volcánicas.
- Tierras metamórficas.
- Tierras calizas altas del Norte.
- Tierras calizas bajas del Norte.
- Tierras de las llanuras de inundación del Norte.

### **Ao) Factores que determinan la capacidad de uso de la tierra**

Entre los factores que se consideran como determinantes, están la profundidad efectiva del suelo y la pendiente del terreno, ambos varían en sus rangos dentro de las regiones en que se dividió el país, adicionalmente se consideran la pedregosidad (superficial e interna) y el drenaje superficial, como factores que en forma temporal o permanente pueden modificar la capacidad de uso de la tierra. Estos cuatro factores, fueron considerados dentro del esquema adoptado, en virtud de que a juicio de expertos, son los que principalmente definen la aptitud física para el crecimiento manejo y

conservación de una unidad de tierra cuando es utilizada para propósitos específicos como usos de naturaleza forestal y agroforestal (INAB, 2000).

#### **Ap) Descripción de las variables y forma de estimarlas**

Como ya fue mencionado, la metodología adoptada utiliza únicamente variables físicas, pendiente y profundidad efectiva del suelo, pedregosidad y drenaje, las que se describen como sigue:

##### **1. pendiente**

Se refiere al grado de inclinación de los terrenos (Unidades de tierra) expresado en porcentaje. Los rangos de pendiente son variables dentro de cada una de las regiones naturales que se han tomado en cuenta en la presente metodología. A nivel de gabinete se estima por medio de técnicas cartográficas, utilizando mapas de curvas de nivel. No debe olvidarse que lo que va a determinar la clasificación en una unidad cartográfica, es la pendiente máxima, es decir la mayor inclinación que presenta la unidad, expresada en porcentaje (INAB, 2000).

##### **2. profundidad efectiva**

Se refiere a la profundidad máxima del suelo susceptible de ser penetrada por sistemas radiculares de las plantas, nativas o cultivadas, dentro de toda la gama de usos agropecuarios y forestales posibles. No se considera parte de la profundidad efectiva horizontes "R" o capas endurecidas en forma natural o por efectos de labranza (INAB, 2000).

##### **3. pedregosidad**

Se refiere a la presencia de fracciones mayores a las gravas (0.045 metros de diámetro) sobre la superficie del suelo y dentro del perfil del mismo. Incluyen afloramientos rocosos, ya sea de materiales de origen o transportados como materiales aluviales.

##### **4. Drenaje**

Se refiere a la facilidad con la que el agua se infiltra y/o percola en el interior del perfil del suelo. Su calificación se hace a través de indicadores del drenaje como presencia

directa de capas de agua sobre la superficie del terreno, procesos de reducción dentro del perfil del suelo (moteados grisáceos), clase textural y presencia de capas endurecidas (INAB, 2000).

#### **Aq) Categorías de capacidad de uso**

Las categorías de capacidad de uso que se emplean en la metodología, se ordenan en forma decreciente en cuanto a la intensidad de uso soportable sin poner en riesgo la estabilidad física del suelo, las cuales se presentan a continuación (INAB, 2000).

No se incluyen criterios de fertilidad de suelos, ni aspectos ligados a la producción (acceso, mercados y costos), por lo que son categorías indicativas de usos mayores en términos de la protección que ofrecen a las capas superiores del suelo. Bajo este contexto las categorías son las siguientes:

- ✚ Agricultura sin limitaciones (**A**)
- ✚ Agricultura con mejoras (**Am**)
- ✚ Agroforestería con cultivos anuales (**Aa**)
- ✚ Sistemas silvopastoriles (**Ss**)
- ✚ Agroforestería con cultivos permanentes (**Ap**)
- ✚ Tierras forestales para producción (**F**)
- ✚ Tierras forestales para protección (**Fp**)

#### **Ar) Matrices de decisión y asignación de categorías de uso**

Al combinar los niveles de los factores profundidad de suelos y pendientes, se asignan categorías de capacidad de uso. Los rangos de los niveles varían según la región natural en que fue dividido el país (INAB, 2000).

Los rangos considerados para cada uno de los grupos de pendientes, pueden considerarse como generales, puesto que en alguna región pueden encontrarse valores diferentes. Si esto ocurriera, debe ser tomado como inclusiones dentro de los rangos establecidos.

Es importante observar que en las matrices, cuando se considera más de una categoría de uso posible, debe dársele prioridad a la categoría de menor intensidad de uso, de acuerdo a la tendencia del factor limitante que se esté analizando (INAB, 2000).

## **2.3. MARCO REFERENCIAL**

### **2.3.1. Descripción biofísica del estudio**

#### ✓ **Administración del área en estudio:**

Las primeras personas que habitaron las áreas en San Jerónimo fueron traídas en calidad de trabajadores procedentes de los pueblos de Cúbulco, Rabínal, Salamá y antiguos pueblos Quichés, con la finalidad de conformar cuadrillas entre quince y veinte personas para darse inicio con el descombro y preparación de potreros, divididos por cercos hechos de piedras, constituyendo los primeros ranchos con techo de manaca abundante en la región (ALBORA, 1999).

La finca es propiedad del estado, adjudicada al Fondo Nacional de Tierras, FONTIERRA, y delegado su administración al Instituto Nacional de Bosques, INAB; tiene una extensión aproximada de 1826.16 hectáreas, donde existen áreas con cobertura forestal y actividades agropecuarias establecidas por colonos del lugar; (JICA & MAGA, 1997).

El INAB, a través de su oficina administrativa en la finca, cuentan con capital humano consistente en tres Guarda Recursos y un Administrador; quienes realizan a través del Plan Operativo Anual tales como: asesorías en la administración de los recursos naturales de la finca, extensión forestal a través de capacitaciones, protección de los recursos naturales por medio de recorridos de campo, implementación y seguimiento de planes de manejo en su ejecución correcta, etc.

#### ✓ **Ubicación político-administrativo:**

La Finca Nacional San Jerónimo se ubica a 10.6 kilómetros al sur de la cabecera municipal de San Jerónimo Baja Verapaz, se ubica geográficamente al norte de la ciudad capital de Guatemala. En referencia a la cabecera departamental se ubica a 14

kilómetros al Sur Este del municipio de Salamá, Baja Verapaz, en la figura 1, se muestra mapa de ubicación del área en estudio.

✓ **Área y colindancias:**

De acuerdo al levantamiento realizado a través de un navegador GPS la Finca Nacional San Jerónimo posee una extensión de 1826.16 hectáreas.

La Finca Nacional San Jerónimo por su ubicación espacial se encuentra dentro de las colindancias descritas en el cuadro 1.

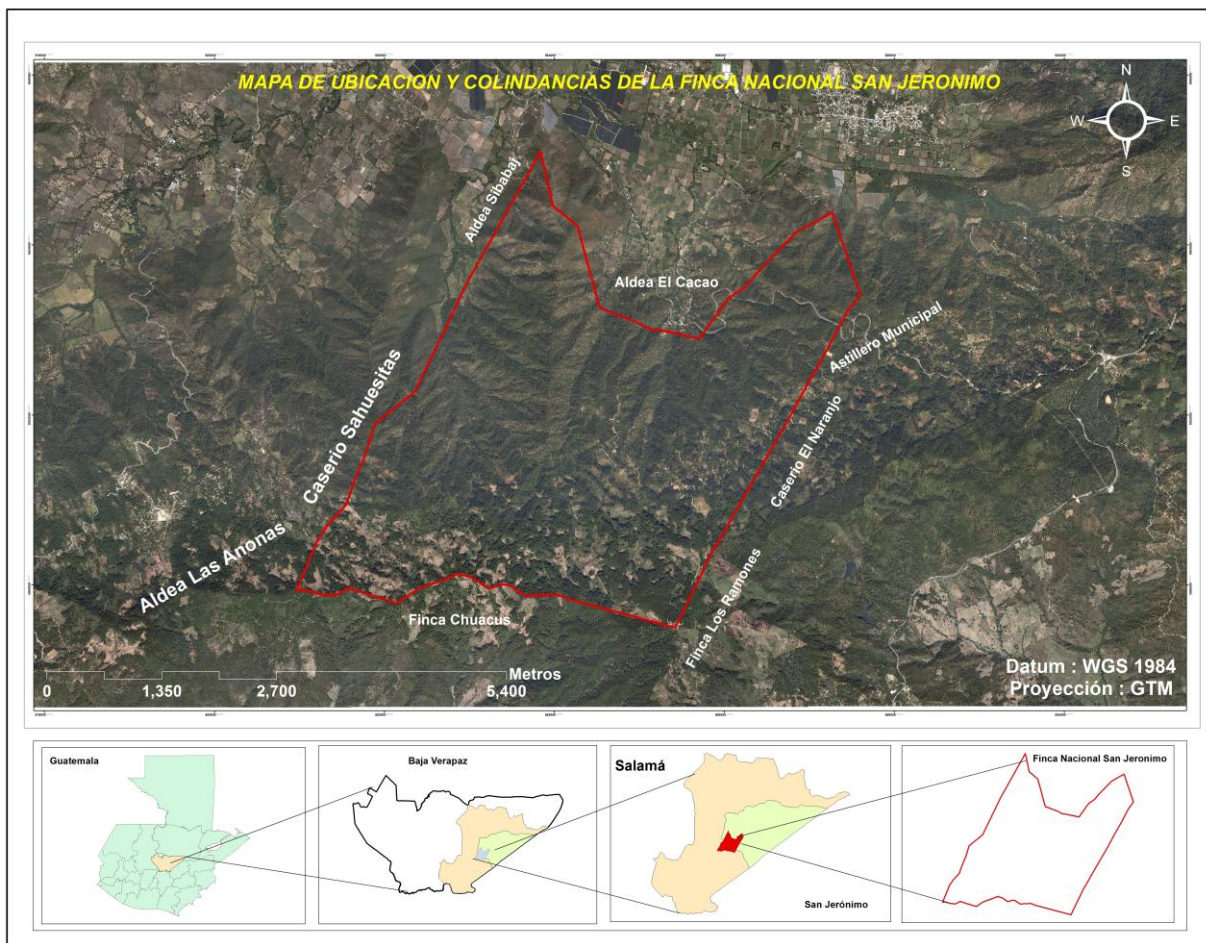
Cuadro 1. Colindancias de la Finca Nacional San Jerónimo

<b>ORIENTACIÓN</b>	<b>COLINDANCIAS</b>
Norte	Comunidad El Cacao y Aldea Sibabaj, San Jerónimo, B.V.
Sur	Finca Chuacus, Salamá, B.V.
Este	Astillero Municipal, Caserío el Naranjo, San Jerónimo, B.V y Finca los Ramones, Salamá, B.V.
Oeste	Comunidad Sibabaj y terrenos municipales, San Jerónimo, B.V.

Fuente: Elaboración propia.

✓ **Vías de acceso:**

La vía de acceso para llegar a la Finca Nacional San Jerónimo, se realiza siguiendo la siguiente ruta: se toma la carretera asfaltada CA-14 que conduce de la ciudad de Guatemala al atlántico, cruzando en el Rancho con rumbo a las Verapaces, hasta llegar al cruce conocido como La Cumbre Santa Elena y posteriormente continua por la Ruta Nacional RN-17 por espacio de 2.5 kilómetros hasta llegar al kilómetro 135, donde se cruza a la izquierda tomando carretera de terracería que conduce directamente a la finca nacional san jerónimo y localmente cuenta con la vías descritas en el cuadro 2.



Fuente: Apoyado por la utilización del SIG, ortofotografías 2006, capas digitales del MAGA y elaboración propia.

Figura 1. Mapa de ubicación espacial y colindancias de la Finca Nacional San Jerónimo.

Cuadro 2. Vías de acceso a la Finca Nacional San Jerónimo.

<b>Categoría</b>	<b>Nombre</b>	<b>Viabilidad</b>	<b>Longitud (m)</b>
Ruta	Ruta a Salamá	Asfaltada transitable todo el año	13,983.20
Ruta	Ruta a San Jerónimo	Asfaltada transitable todo el año	10,612.83
Calle	Calle al Durazno I	Terracería transitable en época seca	3,612.22
Calle	Calle a Guajaca	Terracería transitable en época seca	2,860.72
Calle	Calle hacia Las Torres	Terracería transitable en época seca	6,675.12

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de fotointerpretación de ortofotos MAGA 2006.

✓ **Ubicación espacial:**

La Finca Nacional San Jerónimo, se encuentra ubicada en los municipios de Salamá y San Jerónimo, Baja Verapaz, presentando altitudes sobre el nivel del mar que oscilan de los 1100 a 1800 metros sobre el nivel del mar.

Y de acuerdo al caminamiento realizado por los linderos en el 2013 en acompañamiento de personal del INAB, el área bajo estudio esta geográficamente definida entre 58 mojones de los cuales 15 son reconocidos por los comunitarios del lugar aunque de acuerdo con el Registro de Información Catastral –RIC- , muestra una ubicación con coordenadas proyectadas en GTM, estas no representan la ubicación oficial de la finca por lo que se establece como un límite aproximado de mojones y linderos. En el Cuadro 3 se presentan las coordenadas de los mojones del área sometida bajo estudio.

Cuadro 3. Coordenadas GTM de mojones de la Finca Nacional San Jerónimo.

NOMBRE	"X" ESTE	"Y" NORTE	NOMBRE	"X" ESTE	"Y" NORTE
Las Flores	525424	1659500	Sin Nombre	523838	1665099
Sin Nombre	524195	1659827	Piñón	523870	1664961
Sin Nombre	524030	1659889	Sin Nombre	523980	1664465
Sin Nombre	523657	1659873	Sin Nombre	524274	1664221
Sin Nombre	523483	1659993	Sin Nombre	524423	1663663
Sin Nombre	523389	1660008	Sin Nombre	524446	1663591
Sin Nombre	523229	1659960	Toro Seco	524503	1663363
Sin Nombre	523152	1660002	Mango	524538	1663259
Sin Nombre	523097	1660049	El Nance	524948	1663101
Sin Nombre	523011	1660098	Sin Nombre	525133	1663009
Sin Nombre	522869	1660130	Sin Nombre	525269	1662994
Sin Nombre	522634	1660039	El Cacao	525717	1662910
Sin Nombre	522444	1659974	Siete Gradadas	526053	1663378
Sin Nombre	522385	1659948	Sin Nombre	526149	1663445
Sin Nombre	522147	1659787	Sin Nombre	526247	1663514
Sin Nombre	521793	1659896	Sin Nombre	526406	1663694
Sin Nombre	521584	1659965	Coyolito	526862	1664152
Sin Nombre	521417	1659875	Canal	527267	1664382
Sin Nombre	521251	1659889	Sarahuate	527600	1663417
Sin Nombre	521032	1659949	Sin Nombre	527435	1663204
Chuacus	520964	1659933	Sin Nombre	527345	1663027
Sin Nombre	521209	1660517	Sin Nombre	527204	1662764



Sin Nombre	521332	1660708	Sin Nombre	526935	1662281
Sin Nombre	521549	1660944	Sin Nombre	526697	1661848
Sin Nombre	521623	1661161	Volcán	526476	1661461
Sin Nombre	521782	1661549	Sin Nombre	526126	1660857
Ojo de Agua	521890	1661898	Sin Nombre	526105	1660820
Sin Nombre	522360	1662276	Pazmin	525932	1660507
El Bambú	522991	1663588	Sin Nombre	525874	1660426

Fuente: Elaboración propia.

✓ **Comunidades:**

Dentro de la Finca Nacional San Jerónimo, se encuentran incluidas de forma total las comunidades aldea el Durazno I y el Caserío Guajaca. La comunidad aldea Sibabaj poseen áreas de forma parcial dentro del perímetro de la finca y la comunidad de aldea las Anonas y el Caserío Las Sahuesitas que se encuentran fuera de la finca pero que poseen un área de influencia dentro de la finca especialmente para la producción de cultivos anuales.

✓ **Población:**

Según datos proporcionados por el MINSA (2,013) puede ser mal interpretado debida que Aldea Sibabaj posee área parcial dentro del perímetro de la finca, sin embargo se acudió a los datos brindados por los consejos comunitarios de desarrollo de las comunidades Aldea El Durazno I, Caserío Guajaca, Aldea Las Anonas, Caserío Las Sahuesitas y Aldea Sibabaj de las familias que realizan actividades relacionadas en el área de estudio; quienes reportaron 373 familias entre las comunidades citadas. Como producto del censo practicado en el 2013 por los comités, reportan un total de 1208 personas, lo que refleja una densidad poblacional de 3.2 personas por familia.

✓ **Zonas de Vida:**

Las condiciones climáticas del área en estudio varían en función de la zona de vida que la atraviesan, en el cuadro 4 se muestran las principales características atmosféricas del lugar.

Cuadro 4. Características bioclimáticas o zonas de vida de la Finca Nacional San Jerónimo.

Características Climáticas	Zonas de Vida		
	Bosque muy húmedo sub tropical (frio) Bmh-S (f)	Bosque húmedo sub tropical (templado) Bh-S (t)	Bosque seco sub tropical Bs-S
Precipitación mínima (mm)	2045	1100	500
Precipitación máxima (mm)	2514	1349	1000
T° mínima (°C )	16	18	19
T° máxima (°C )	23	28	35
Evaporación mínima	1100	650	0
Evaporación máxima	1800	1700	1200
Condición promedio de clima	Vegetación influida por el régimen de lluvias, ya que es mayor a las otras dos zonas de vida.	Periodo de lluvias más frecuentes en los meses de Mayo a Noviembre.	Días parcialmente nublados entre Enero a Abril.

Fuente: Instituto Geográfico Nacional (Shape zonas de vida de Guatemala GTM).

✓ **Suelos de la finca:**

De acuerdo a Simons, Tarano y Pinto, la edafología de la finca se encuentra clasificada en tres series: a) la primera que comprende la serie CIVIJA, la cual hace referencia a los suelos cuyo material original son esquistos propios de un relieve inclinado. El drenaje está clasificado como bueno y la coloración del suelo en el nivel superior es de café oscuro, café, café pálido a café amarillento con una textura franco limoso. Al nivel inferior el suelo conserva una textura Franco-Arcillo-Limosa, su coloración es café rojizo. La profundidad efectiva esta en el orden de los 150 cm. Tiene limitaciones por exceso de drenaje lo cual la hace una zona propensa a la erosión. Su potencial fértil va de regular a bajo, debido a su baja saturación de bases. El pH es considerado como ligeramente ácido. b) la segunda que comprende la serie MARAJUMA, la cual hace referencia a suelos cuyo material original son esquistos, el drenaje está clasificado como bueno y la coloración del suelo en el nivel superior es de café oscura, con una

textura franco limoso, su coloración subterránea es café rojizo a amarillo rojizo, su profundidad efectiva va por debajo de los 100 cm. No tiene limitaciones de drenaje, pero su riesgo a la erosión es bastante alto, su potencial fértil es bajo. Al igual que en la anterior son suelos ácidos. c) la tercera que comprende la serie CHOL, la cual hace referencia a los suelos cuyo material original son esquistos, drenajes intermitentes excesivos, coloración superficial café, café grisáceo, café amarillento a café rojizo; textura superficial franco arenosa gravosa a franco arcillo arenosa. Su coloración subterránea café a café rojizo, profundidad efectiva debajo de los 40 cm, riesgo muy alto a erosionarse, y posee limitaciones de pendiente, pedregocidad, profundidad de suelo y tiene un muy bajo potencial fértil. De igual forma son suelos ácidos.

✓ **Bosque:**

- a) **Especies Forestales:** en la finca nacional san jerónimo, en base al uso actual de la tierra posee bosque mixto de coníferas y latifoliadas; las especies forestales está directamente relacionada con la altitud sobre el nivel del mar que influye en el clima, encontrándose en la parte más baja de la finca que va de 1000 a 1299 metros sobre el nivel del mar, donde la temperatura es más alta, es frecuente localizar bosques mixtos poco denso con las especies *Pinus oocarpa* y *Quercus sp.* En la parte media que va de 1300 a 1599 metros sobre el nivel del mar es común encontrar bosques densos con especies de *Pinus maximinoi*, *Cupressus lucitanica* y *Liquidambar styraciflua*, mientras que en la parte más alta que va arriba de los 1600 metros sobre el nivel del mar predominan las especies de *Pinus tecunumani*, *Pinus maximinoi* y *Cupressus lucitanica* con rodales densos y puros con las especies mencionadas.
- b) **Estado fitosanitario del bosque:** un estudio realizado en el 2012, menciona que existen 21 focos de infestación de la plaga del muérdago, *Arceuthobium sp*; el cual se encuentra afectando rodales del bosque natural afectando la especie de *P. maximinoi*, en un área de 34.61 hectáreas, el cual en función del área total de la finca representa el 1.90% del área total en estudio, sin embargo representa un riesgo potencial de infestación severa en el resto del bosque cercano a los rodales que presenta la plaga (INAB, 2012).

**c) Agua:** en cuanto al recurso hídrico, la finca nacional san jerónimo cuenta con 108 nacimientos, sin embargo el Registro de Información Catastral –RIC- identifico y geoposicionó 39 nacimientos principales para abastecimiento de agua potable para 12 comunidades de la periferia de los municipios de San Jerónimo y Salamá. Las comunidades que se identifican que son abastecidas por las fuentes de agua provenientes de la finca se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Centros poblados abastecidos de agua procedente de la finca.

#	BENEFICIARIO	MUNICIPIO
1	Aldea San Juan	Salamá
2	Aldea Los Pinos y los limones	Salamá
3	Aldea Santa Catarina	Salamá
4	Aldea Los Limones	Salamá
5	Aldea Las Anonas	Salamá
6	Caserío Sahuesitas	Salamá
7	Aldea El Tunal	Salamá
8	Aldea El Durazno I	San Jerónimo
9	Caserío Guajaca	San Jerónimo
10	Aldea El Cacao	San Jerónimo
11	Aldea Santa Marta	San Jerónimo
12	Aldea Sibabaj	San Jerónimo

Fuente: Elaboración propia con apoyo de Guarda Recursos del INAB, 2013.

**d) Calidad del Agua:** estudio realizado sobre el monitoreo de 5 fuentes hídricas principales de la Finca Nacional San Jerónimo, concluye que dichas fuentes si cumplen con los parámetros permisibles que establece las normas de agua potable regidas por la COGUANOR (Mansilla, 2010).

**e) Ingresos:** en base a las encuestas realizadas a los jefes de los núcleos familiares de las comunidades, la actividad principal de los poseionarios es el empleo agrícola en las áreas que ostentan en la finca, y otros tienen que viajar principalmente a tierras

productivas de la comunidad Aldea El Cacao a realizar labores de mantenimiento de plantaciones principalmente de tomate. Lo que refleja que el ingreso diario para los hombres es de Q. 95.00 al día.

**f) Tenencia de la Tierra:** Actualmente en la Finca Nacional San Jerónimo se han regularizado 962 predios de distintas comunidades, lo que en función del área ocupada resulta un tamaño promedio de 1.2 hectáreas por predio (RIC, 2014).

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

#### **3.1. DEFINICION DEL PROBLEMA:**

En el 2002, el Instituto Nacional de Bosques, INAB; elaboró un mapa a escala 1:250,000 sobre la capacidad de uso de la tierra para Guatemala; con la finalidad de ser utilizada en la planificación del uso de la tierra bajo un enfoque de capacidad de uso a nivel general del país; y su uso en la planificación del desarrollo a nivel regional es limitado y su reflejo a nivel de comunidades rurales es aún más percibida, quienes son frecuentemente las más necesitadas.

Un estudio realizado por el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landivar (2003), menciona que Guatemala debido a su ubicación geográfica y su relieve topográfico influido por la región montañosa de la sierra madre condicionó que de los 108,889 kilómetro cuadrados de su territorio, solamente el 34.4% de la superficie se pueda dedicar a cultivos agrícolas sin o con limitaciones; el 17% a cultivos agrícolas no arables; mientras que más del 40% de la superficie ostenta una capacidad de uso forestal para producción y protección. Determinando que 27,000 Km<sup>2</sup> (25%) de las tierras del país se encuentran en sobre uso, lo que ha implicado una modificación a los ecosistemas, su exposición a la erosión y consecuentemente a la degradación de la misma que integra problemas de tipo ambiental, social como económicas, dado que la tierra en su totalidad integra una serie de elementos y sus interrelaciones que brindan el soporte a sistemas naturales y artificiales sobre los cuales se sustenta la totalidad de las actividades del hombre en el planeta; donde la sociedad desconoce el área específica donde se está generando esta conflictividad a nivel local.

En la actualidad no se cuenta con datos actualizados sobre el recurso hídrico, el uso de la tierra y como los sistemas productivos que se están desarrollando en el área; a la falta de un trabajo que proporcione datos e información en cuanto a la ubicación y cantidad del recurso hídrico que provea desarrollar la red hídrica del área que sirva en las planificaciones en el uso racional de dicho recurso para el bienestar humano y sus interrelaciones. Como un primer acercamiento a una evaluación de la aptitud de las

tierras es la determinación de su capacidad de uso en términos biofísicos, donde la limitante de las evaluaciones lo constituyen el hecho de que requieren sistemas de información con respecto a las tierras y/o los tipos de uso que actualmente se realizan dentro de un área específica como las de la Finca Nacional San Jerónimo careciendo de una evaluación en el uso actual de la tierra en función a sus capacidades de uso potencial que determinen las áreas en conflictividad de uso actual generada por los sistemas de producción establecidos en el área de estudio.

### **3.2 JUSTIFICACION**

La tierra es un recurso limitado y no renovable y el crecimiento de la población humana determina la existencia de conflictos en torno a su aprovechamiento y debido a la falta de una herramienta adecuada que permita urgentemente armonizar los diversos tipos de tierras con el aprovechamiento más racional posible, con el fin de optimizar la producción sostenible que satisfagan las diversas necesidades de la sociedad, conservando al mismo tiempo, los ecosistemas frágiles y la herencia genética.

Debido que no existe información que sirva de base para las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para planificar el uso adecuado de la tierra estratégicamente, tendientes a desarrollar las comunidades rurales; se considera de mucha importancia determinar las aptitudes de los tipos de tierras para planificar el uso de la tierra de forma adecuada en la Finca Nacional San Jerónimo, San Jerónimo, Baja Verapaz.

Todo lo descrito anteriormente, enfatiza la necesidad de realizar esta evaluación del uso de la tierra y de los sistemas productivos en la Finca Nacional San Jerónimo, que ayude o contribuya con la conservación ambiental, sostenibilidad productiva y la contribución al desarrollo social local.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. GENERAL:

Evaluar el recurso hídrico, social-económico y uso de la tierra en la Finca Nacional San Jerónimo, San Jerónimo, Baja Verapaz.

### 4.2. ESPECIFICOS:

- Caracterizar el recurso hídrico superficial en cuanto a cantidad y ubicación, como elemento biofísico principal en la Finca Nacional San Jerónimo.
- Caracterizar la situación actual socioeconómica basada en los sistemas productivos en la Finca Nacional San Jerónimo.
- Evaluar la conflictividad del uso de la tierra actual dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.



## **V. METODOLOGIA**

### **5.1. LOCALIZACION DEL TRABAJO:**

La Finca Nacional San Jerónimo se encuentra situado en la parte sur del municipio de San Jerónimo, del departamento de Baja Verapaz, en la región Forestal II. Cuenta con una extensión territorial de 18.20 kilómetros cuadrados, encontrándose en un área montañosa, con altitudes en la parte norte que van de los 1000 hasta los 1900 metros sobre el nivel del mar en la parte sur. Ubicándose geográficamente entre la latitud norte 15° 0' 22" y 15° 13' 21", longitud oeste 90° 14' 28" y 90° 18' 14". En la hoja cartográfica Salamá y San Jerónimo, No. 2161 III y 2161 II a escala 1:50,000, limita al norte con la comunidad aldea el Cacao y aldea Sibabaj, San Jerónimo, B.V., al sur, con la finca Chuacus propiedad de REVESA, al este con la comunidad el Astillero Municipal y Caserío el Naranja, San Jerónimo, B.V. y la finca los Ramones, propiedad de REVESA; al oeste con la comunidad aldea Sibabaj y terrenos Municipales, San Jerónimo, B.V. (MAGA, 2006; RIC, 2013).

En la figura 2, se presenta el mapa de localización del área de estudio.

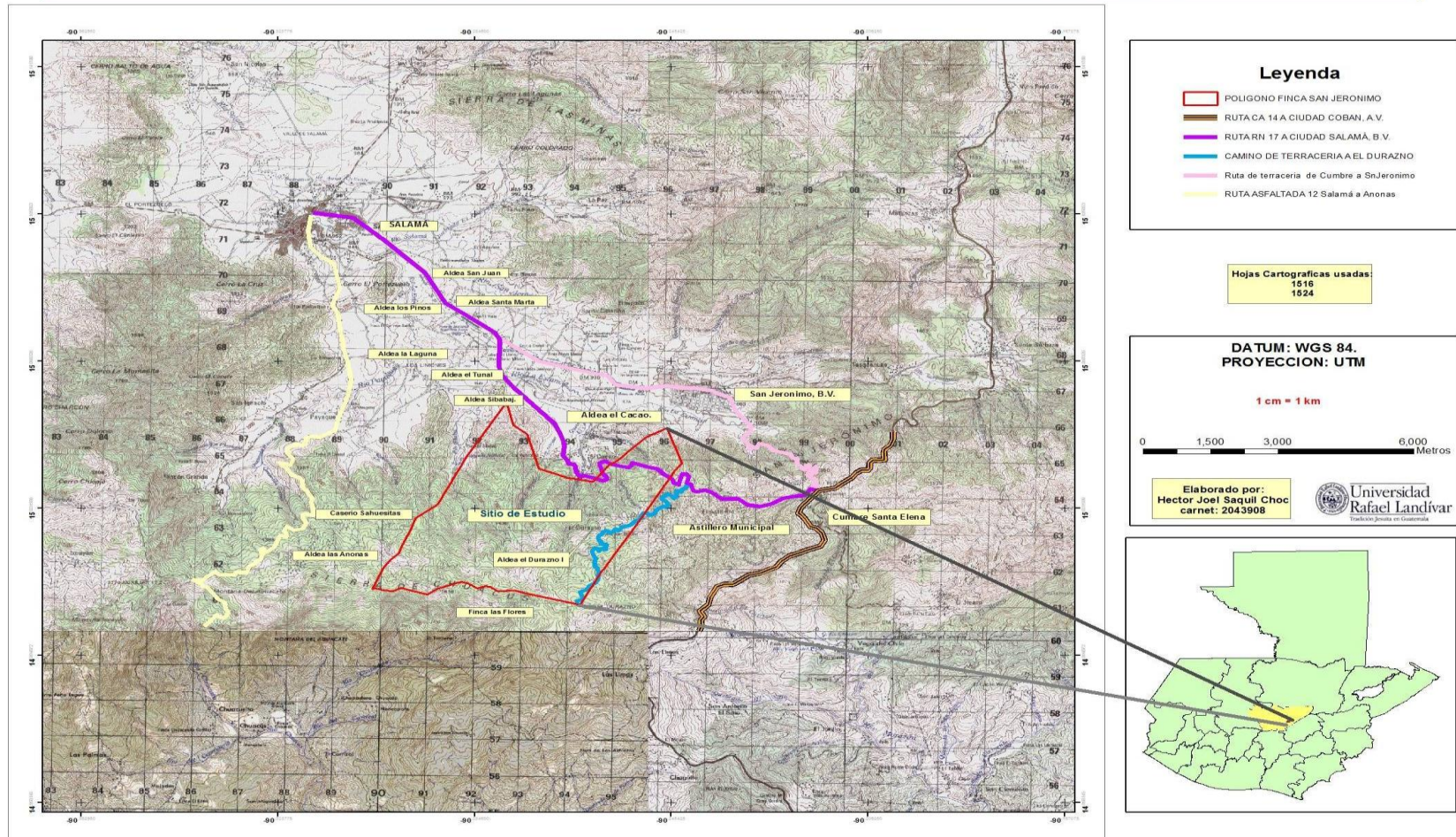
### **5.2 UNIDADES DE ANÁLISIS**

#### **5.2.1 Caracterización del recurso hídrico superficial:**

Como un primer acercamiento y base realizada en esta investigación las unidades de análisis fueron los cuerpos de agua superficial, analizando la finca en función a tres estratos altitudinales identificadas como la zona baja situada por debajo de los 1300 metros sobre el nivel del mar (msnm), la zona media que se ubica entre los 1300 a 1600 msnm y la zona alta que va sobre los 1600 msnm (Figura 3).

En este caso se analizaron todos aquellos cuerpos de agua considerados significativos, consistentes en aquellos que no sean de corrientes intermitentes, debido que los cuerpos de agua con este tipo de corriente suelen ser estacionales por lo tanto en lo que respecta a sus ubicación suelen no ser los mismos (Mayen, 2013).

## MAPA DE UBICACION DE LA FINCA NACIONAL SAN JERONIMO



Fuente: Elaboración propia con información del IGN, 2010.

Figura 2. Mapa de Localización del Trabajo “Finca Nacional San Jerónimo, San Jerónimo, Baja Verapaz”.

De tal manera que el análisis está basado en los cuerpos de agua con corrientes permanentes y que aportan agua de manera directa a las poblaciones para su consumo, uso en el hogar, agricultura, ganadería y aporte directo en la formación del cauce principal de las quebradas formadas dentro del área y que en partes bajas fuera de la finca confluyen para formar parte del río Payaque, Río Sibabaj, Río la Estancia y Río Salamá.

Las quebradas formadas dentro de la finca son: a) Quebrada el Jute, b) Quebrada Negra, c) Quebrada las Mojarrillas, d) Quebrada el Mango y e) Quebrada Sibabaj; las cuales se forman a partir de ser abastecidas por 108 cuerpos de agua.

### **5.2.2 Caracterización de la situación actual socioeconómica basado en los sistemas productivos:**

Se convierte en la caracterización de los núcleos familiares; evaluadas mediante encuestas estructuradas que definen los componentes del sistema y que a su vez se encuentran compuestas de subsistemas del tipo social y económica, agrícola, pecuario y forestal.

Las encuestas fueron dirigidas a los jefes de los núcleos familiares de las comunidades que ocupan permanente o temporalmente las áreas de la finca bajo estudio (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comunidades encuestadas en el proceso de la evaluación de los sistemas productivos dentro de la finca.

<b>No.</b>	<b>TIPO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>FORMA DE USO DE LA FINCA</b>
1	Aldea	El Durazno I	Permanente
2	Caserío	Guajaca	Permanente
3	Aldea	Sibabaj	Permanente
4	Aldea	Las Anonas	Temporal
5	Caserío	Las Sahuesitas	Temporal

Fuente: Elaboración propia.

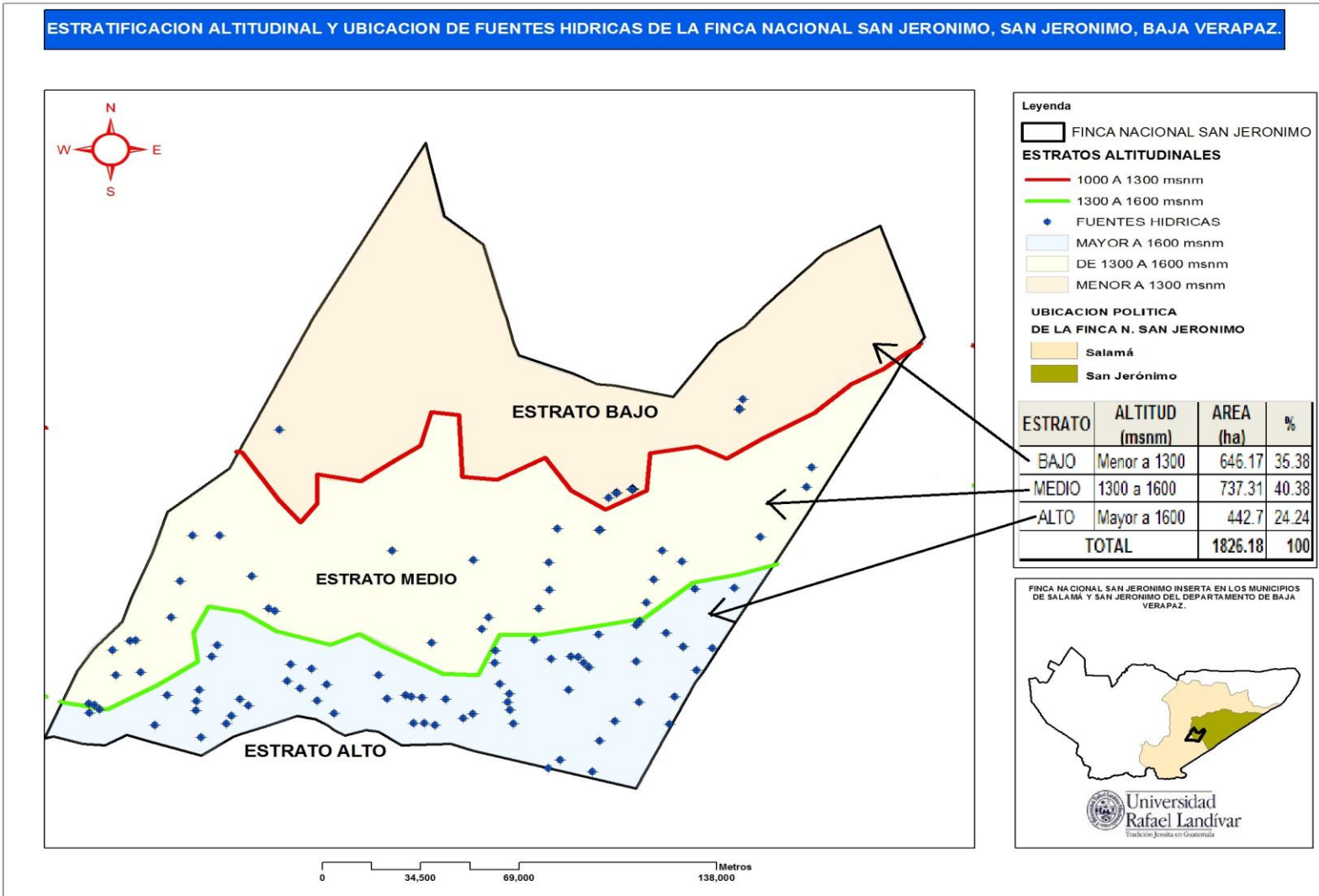
### **5.2.3 Evaluación del conflicto de uso de la tierra:**

En esta parte de la investigación los sujetos y/o unidades de análisis es el área total que ocupa la Finca Nacional San Jerónimo, que tiene una superficie evaluada, de acuerdo al Geoposicionamiento de 1826.18 ha. Se evaluaron los elementos o unidades de tierra encontrados dentro de ella, basado en el estudio de capacidad de uso de la tierra –ECUT- de la finca “Nacional San Jerónimo”, donde se describe las características generales de la finca, recabadas de fuentes secundarias, para formar la base complementaria del estudio mencionado.

Se definieron las características fisiográficas, climáticas, altitudinales, edáficas, de uso de suelo actual, que se conjugaron dentro de la investigación, que sirvió como base para la interpretación de las clases de capacidad de uso determinadas para el área en estudio. (De acuerdo a la metodología del INAB, 1997).

Este estudio de capacidad de uso de la tierra es indispensable dentro del proceso actual de planificación de la finca, para conocer el potencial productivo actual como indicador de la potencialidad de la finca como unidad productiva tomando en cuenta el uso adecuado de la tierra, con la finalidad de garantizar la sustentabilidad de producción en el tiempo y espacio.

**ESTRATIFICACION ALTITUDINAL Y UBICACION DE FUENTES HIDRICAS DE LA FINCA NACIONAL SAN JERONIMO, SAN JERONIMO, BAJA VERAPAZ.**



Fuente: Elaboración propia apoyado con la utilización del SIG y capas digitales del MAGA.

Figura 3. Estratos altitudinales y ubicación de fuentes hídricas de la “Finca Nacional San Jerónimo”, San Jerónimo, B.V.



### 5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Fue de tipo descriptivo, fundamentado en el análisis de la información existente como la generación nueva de información que fue necesaria para el desarrollo y ejecución de la investigación. Los resultados obtenidos en cuanto a cantidad y ubicación de los cuerpos de agua, la caracterización socioeconómica basada en los sistemas productivos y la conflictividad actual generada en el uso de la tierra dentro de la finca; se interpretaron con el objetivo de planificar el uso racional de los recursos naturales existentes dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.

### 5.4 INSTRUMENTO

Fue necesario la implementación y utilización de diferentes tipos de instrumentos los cuales sirvieron de ayuda en cada una de las actividades detalladas en la consecución de la presente metodología. En el cuadro número 7, se clasifican los instrumentos utilizados en cada una de las actividades desarrolladas dentro de la investigación.

Cuadro 7. Materiales empleados por actividad realizada.

<b>Actividad Realizada</b>	<b>Materiales y equipos empleados</b>
Delimitación del área de estudio	Hojas Cartográficas del lugar, un Sistema de Posicionamiento Global Map Garmin 62 CSX, Equipo de cómputo con instalación del programa ArcGis versión 9.3
Medición de Caudales (Cuerpos de Agua)	Un sistema de posicionamiento global Map Garmin 62CSX configurado en Datum WGS84 y Proyección GTM, Cubeta con volumen de 18.90 litros, Tubo de PVC de 6 pulgadas de diámetro y longitud de 1.5 metros, medidor de tiempo (cronometro), machete, azadón, libreta de campo, lapicero.
Evaluación de los Sistemas Productivos	Equipo de computación que contiene el programa ArcGis versión 9.3, Imágenes satelares del área en estudio, Un sistema de posicionamiento global Map Garmin 62 CSX configurado en Datum WGS 84 y proyección GTM, hojas de papel bond tamaño carta, encuesta estructurada, libreta de campo, cámara fotográfica, lápices y lapiceros e impresora.

Evaluación del uso de la tierra      Equipo de computación que contiene el programa ArcGis versión 9.3, Imágenes satelares del área en estudio, Un sistema de Posicionamiento global Map Garmin 62 CSX configurado en Datum WGS 84 y proyección GTM, Clinómetro marca SUNTO, cinta métrica, cámara fotográfica, una barreta, un azadón, un machete, libreta de campo, hojas de papel bond tamaño carta y lapiceros.

---

Fuente: Elaboración Propia.

## **5.5 PROCEDIMIENTOS**

### **5.5.1 Consulta Documental**

Las consultas se realizaron en bibliotecas de la Universidad Rafael Landívar, Universidad de San Carlos de Guatemala, las oficinas del Instituto Nacional de Bosques (INAB), a través de la Dirección Subregional II-4 con sede en San Jerónimo, Baja Verapaz quienes a su vez tienen una oficina administrativa en la Finca Nacional San Jerónimo, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), el Fondo Nacional de Tierras (FONTIERRA), proyectos de conducción de agua elaborados por comunidades circundantes a la finca y Asociación Vivamos Mejor (AVM), quienes han elaborado el Plan de Manejo Integral del Fuego para comunidades rurales de San Jerónimo y Salamá del Departamento de Baja Verapaz.

### **5.5.2 Fase de Campo para implementación de Objetivos**

El proceso de recolección de la información; fue necesario realizarla en tres fases de acuerdo a los objetivos planteados dentro de la investigación; una fase inicial o fase de gabinete inicial, una fase intermedia o fase de campo y la segunda fase de gabinete o fase final.

#### **5.5.2.1 Caracterizar el recurso hídrico superficial en cuanto a cantidad y ubicación, como elemento biofísico principal en la Finca Nacional San Jerónimo.**

Con el apoyo y la utilización de los sistema de información geográfica –SIG- se ubicó la finca en estudio sobre la hoja cartográfica identificada con el número 1516, para determinar los rangos altitudinales presentes y con la interpretación de las cotas, se

determinaron tres estratos en función a la altitud tales como: bajo, media y alta; también se determinó la orientación de las pendientes y la posibilidad del drenaje de las aguas superficiales que emanan de la finca, utilizando la base de información sobre cuencas, sub-cuencas y micro-cuencas existentes en el país, generada por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Con el propósito de generar la red hídrica y los puntos de monitoreos en cuanto a ubicación por estratos altitudinales y cantidad por medio de la medición de caudales que aportan los nacimientos de agua, para el cual se utilizó una computadora que cuenta con el software de ArcGis, una impresora, papel, lapiceros y una regla.

#### **a) Determinación de cuerpos de agua significativos**

En esta parte del trabajo de investigación se basó en una convocatoria de las comunidades y poblaciones que tienen injerencia dentro de la Finca Nacional San Jerónimo, quienes fueron base para identificar en campo los cuerpos de agua.

De igual manera, se invitó a participar a las autoridades de la administración de la Finca Nacional San Jerónimo del INAB, a quienes se les expuso el objetivo de la investigación y que la misma está orientada a la caracterización de los cuerpos de agua significativos del lugar.

Las poblaciones que se benefician del recurso hídrico proveniente de la Finca Nacional San Jerónimo son las que se muestran en el cuadro 8, así mismo, se contó con personal de apoyo de las comunidades, quienes han participado en el proceso de aforos de los cuerpos de agua; y también han cumplido la función de guías durante toda la etapa de campo.

Los cuerpos de agua fueron determinados al momento de realizar la visita de campo, que fueron programados tomando en cuenta factores como: dificultad para el acceso al cuerpo de agua, ubicación (Medina & Avalos, 2007). Y el estado actual de posesión de los cuerpos de agua entre poblado y poblado, ya que la distancia y tipo de trabajo



dificultaba reunirlos en un mismo punto para realizar las giras de campo y mediciones de caudales.

Cuadro 8. Poblaciones beneficiadas de agua en la Finca Nacional San Jerónimo.

No.	Tipo	Nombre	Municipio	Departamento	# Población Beneficiada
1	Aldea	El Durazno I	San Jerónimo	Baja Verapaz	812
2	Caserío	Guajaca	San Jerónimo	Baja Verapaz	52
3	Aldea	El Cacao	San Jerónimo	Baja Verapaz	1950
4	Aldea	Sibabaj	San Jerónimo	Baja Verapaz	1250
5	Aldea	Santa Marta	San Jerónimo	Baja Verapaz	875
6	Aldea	Santa Catarina	Salamá	Baja Verapaz	875
7	Aldea	Los Pinos/Limones	Salamá	Baja Verapaz	2125
8	Aldea	San Juan	Salamá	Baja Verapaz	1435
9	Aldea	Las Anonas	Salamá	Baja Verapaz	1498
10	Caserío	Sahuesitas	Salamá	Baja Verapaz	284
11	Aldea	El Tunal	Salamá	Baja Verapaz	750
12	Aldea	La Laguna	Salamá	Baja Verapaz	750

Fuente: Elaboración propia en base a los archivos de INAB, 2013; MINSA, 2013 & entrevistas con líderes comunitarios Aldea San Juan, Salamá, Baja Verapaz.

Se logró la ubicación de 108 cuerpos de agua significativos, los cuales fueron geoposicionados y aforados (medición de caudales) para posteriormente ser analizados en gabinete para formar la red hidrográfica del ámbito del estudio.

Las coordenadas de los cuerpos de agua, puntos de medición y lugar de esorrentía encontrados en la Finca Nacional San Jerónimo se muestran en el Anexo 1.

#### **b) Frecuencia del monitoreo hídrico:**

Durante las etapas de campo realizadas en dos periodos; Febrero, Marzo y Abril (Estación seca) y Agosto, Septiembre y Octubre (Estación húmeda), se efectuó el levantamiento de información referida a las características hídricas del ámbito del

estudio, principalmente aforos (medición de caudales) en cuerpos de agua significativos que conforman la red hidrográfica del lugar. Los caudales medidos en los diferentes periodos reflejan una parte del comportamiento de estos a lo largo del año.

**c) Método utilizado para determinar la cantidad de agua.**

La finalidad del volumen (caudal) que aportan las fuentes hídricas permanentes del lugar, consistirá en relacionar los caudales con respecto a la época de muestreo a nivel de los diferentes rangos altitudinales e intersecciones de la red hídrica.

El método practicado para determinar los caudales de los cuerpos de agua significativos, es el que a continuación se describe:

- **El método volumétrico:**

Fue aplicada para todas las corrientes encontradas en el área de estudio, consistentes en cuerpos de agua en forma de manantiales o riachuelos. Que consistió en llevar el caudal a un depósito permeable cuyo volumen es conocido y tomando el tiempo total de llenado se determinó el caudal proporcionada por la fuente hídrica o el riachuelo (INAB & FAUSAC, 2003).

Según el Instituto Nacional de Bosques y la Facultad de la Universidad de San Carlos (2003) citado por Avalos (2008), que el método más prácticos y usado es: el método volumétrico; siendo el que mejor presenta datos exactos en la determinación del caudal, además es un método que nos ayudara a determinar de forma rápida el caudal que aporta determinado riachuelo o nacimiento; para lo cual se utilizó un recipiente de 5 galones y un cronometro (Figura 4). Utilizando la formula siguiente:

$$Q = \text{Volumen} / \text{Tiempo} = \text{m}^3/\text{s} \text{ o } \text{L} / \text{s}.$$



Figura 4. Aforo de Nacimiento a través del método Volumétrico.

#### **5.5.2.2. Caracterizar la situación actual socioeconómica basada en los Sistemas Productivos dentro de la Finca Nacional San Jerónimo**

Como se definió anteriormente dentro de la consulta documental realizada para el presente estudio. Basada en la recopilación de información; fundamentada principalmente en la revisión bibliográfica sobre todos los medios que describan el área de trabajo con el propósito de tener y recrear una idea general acerca de la Finca y sus comunidades que en ella intervienen. Así mismo la utilización de los mapas e información generada a partir de la caracterización del recurso hídrico superficial y la evaluación de la conflictividad del uso de la tierra realizada también dentro del presente estudio y la consulta de mapas cartográficos para el reconocimiento del terreno y tener idea de la ubicación de los diferentes componentes de las comunidades tales como caminos, curvas a nivel, accidentes geográficos, imágenes satelitales y orto fotografías.

## **A) Definición de componentes del sistema**

Definición de los subsistemas investigados los cuales deben reflejar el objetivo de la caracterización.

Los subsistemas fueron los siguientes:

- ✓ Componente agrícola
- ✓ Componente pecuario
- ✓ Componente forestal
- ✓ Componente social
- ✓ Opciones económicas

### ➤ **Componente Agrícola**

Esta variable encierra los aspectos técnicos del proceso de producción agrícola; para la determinación del estado del componente agrícola, los indicadores de esta variable son:

- Ubicación del cultivo dentro de la finca
- Comparación de la productividad con años anteriores
- Causas en la disminución de la producción
- Manejo agronómico: fertilización, labranza, etc.
- Que cultivos siembran
- Superficie de cultivo
- Producción
- Destino de la producción y precios obtenidos.

### ➤ **Componente Pecuario**

Esta variable se encuentra relacionada con la producción pecuaria, las especies animales que se crían dentro de la comunidad y en cada unidad productiva cual es la finalidad de su crianza. Sus indicadores son:

- Qué Especies animales posee el núcleo familiar
- Qué cantidad de animales por familia
- Los comercializan o son para consumo familiar y precios obtenidos
- Lugar de la crianza

### ➤ **Componente Forestal**

En esta variable se analiza lo relacionado con los aprovechamientos forestales, especies preferidas, el uso que le da a las especies aprovechadas y cantidad utilizada para su consumo familiar.

### ➤ **Componente Social**

En esta variable se contemplaron los principales rasgos sociales de las comunidades por ejemplo los años de permanencia dentro de la finca, el número de hijos por familia y el nivel de escolaridad.

### ➤ **Alternativas Económicas**

Esta variable hace alusión a otras actividades que las personas de la comunidad desempeñan, que no sean agrícolas y generan ingresos para el sostenimiento del hogar como ejemplo la venta de fuerza de trabajo y el comercio.

## **B) Recorridos por las comunidades**

Con la finalidad de conocer de cerca las comunidades, sus colindancias, su topografía, el arreglo espacial de los sistemas de producción.

## **C) Boleta de Caracterización**

Medio por el cual se recabo la información de las variables de los componentes, está se realizó por medio de boletas de encuestas estructuradas que se aplicaron a las, a los que manejan los sistemas de producción mediante entrevistas directas y la verificación de campo (Anexo 2).

## **D) Muestreo**

Forma mediante el cual se extrajo una porción significativa de la población para la elaboración de la investigación, ya que la muestra es el subconjunto de la población original, y en dicho proceso se realizó el muestreo.

La población total sujeta a análisis se logró mediante listados requeridos ante los centros de Salud y su corroboración de censos poblacionales existentes en la base de datos obtenidos mediante los Consejos Comunitarios de Desarrollo –COCODES-.

En el cuadro 9, se muestra la población total y la muestra poblacional por comunidad y/o caserío encuestada.

El tipo de muestreo utilizado fue el simple aleatorio para proporciones, utilizando varianza máxima con nivel de significancia del 5% y una precisión del 10%.

Se utilizó el muestreo simple aleatorio estratificado; de acuerdo con la teoría del muestreo que todos los elementos de la población tienen las mismas posibilidades de ser incluidos en la muestra (López, 2008).

La Ecuación utilizada para determinar la muestra poblacional de las comunidades fue la propuesta por López & Gonzales (2007), donde se tomó en cuenta lo siguiente:

- Definición de la población por comunidad (N).
- Definir o fijar el nivel de confianza a obtener en este caso recomiendan a un 95%.
- Definir o fijar una precisión requerida en este caso recomiendan un 10% (d)

→ Dado por lo siguiente ecuación:  $n = \frac{NZ^2_{\alpha/2} * p * q}{N * d^2 + Z^2_{\alpha/2} * p * q}$

$$n = \left( \frac{373 * (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}{373 (0.10)^2 + (1.96)^2 (0.5)(0.5)} \right)$$

n = 77

N = 373 Familias

Z<sub>0.05 / 2</sub> = 1.96 Tabla estandarizada de Z

p = 0.5

q = 0.5 Varianza máxima y mínima

d = 0.10 precisión

N	373
Z	1.96
p	0.5
q	0.5
error	0.1

Cuadro 9. Comunidades y número de muestras realizadas.

<b>Comunidad</b>	<b>Población</b>	<b>Muestra</b>
Aldea El Durazno y Caserío Guajaca	121	25
Aldea Las Anonas	111	23
Caserío Las Sahuesitas	88	18
Aldea Sibabaj	53	11
<b>Total</b>	<b>373</b>	<b>77</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.2.3. Evaluación de la conflictividad del uso de la tierra

#### a). Mapa de Uso de la Tierra (Uso Actual).

En esta fase se elaboró un mapa preliminar de uso de la tierra, en términos de cobertura. Haciendo uso e interpretación de Imágenes satelares actuales, apoyado del uso del software arcgis 9.3, donde se realizó la delimitación de los usos y cobertura vegetal a nivel semidetallado a una escala 1:20,000; y se definieron las siguiente categorías de uso de la tierra: arboles dispersos, bosque bajo, bosque denso, bosque muy denso, bosque ralo, cultivos anuales, infraestructura, áreas sin cobertura y viviendas.

#### b). Determinación de la capacidad de uso de la tierra

El procedimiento general que se siguió para la aplicación del sistema de clasificación de tierras, se desarrolló de acuerdo a lo recomendado por el Manual para la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del INAB, como se detalla en las siguientes fases:

## ➤ **Fase de gabinete inicial**

### **Elaboración del Mapa de Unidades Fisiográficas**

Mediante técnicas de interpretación cartográfica o aerofotográfica, se definieron y delimitaron las unidades de mapeo, las cuales constituyen la base del muestreo en la fase de campo. La definición de estas unidades se basó en una interpretación fisiográfica de las tierras, es decir, en un análisis del paisaje.

El análisis por el cual se definen las unidades de mapeo, tomaron en cuenta los componentes de geología, clima, topografía, suelos, hidrografía. Para esta actividad se tomó como base la Hoja Cartográfica a escala 1:50,000, utilizando procesos computarizados de un Software para el manejo de imágenes (ArcGis 9.3). En esta fase también nos apoyamos en las Imágenes satelares, que fueron de mucho apoyo para analizar la fisiografía. El análisis del paisaje a través de técnicas de interpretación cartográfica y foto-identificación, fue un auxiliar importante, para definir las unidades de mapeo definitivas que se llevaron al campo para ser verificadas.

Generado el mapa fisiográfico se procedió a distribuir los puntos de muestreos de forma al azar con herramientas proporcionadas en el software arcgis 9.3; siendo determinadas en el campo con ayuda de un Sistema de Posicionamiento global -GPS- donde se ubicaron y tomaron las coordenadas con Datum de salida en Water Geoposition Sistem –WGS 1984- y proyección Guatemala Transversal Meridian –GTM-. Donde se evaluó la tierra.

### **Elaboración del Mapa de Pendientes**

El mapa de pendientes se realizó con un modelo de elevación digital –DEM- a partir de las curvas de nivel de la República de Guatemala a una escala 1:50,000 y un espaciamiento entre curvas cada 20 metros con el apoyo del Sistema de Información Geográfica Arc Gis 9.3.

Los pasos que conllevaron en la realización del mapa de pendiente son:

- Con la utilización del software Arc Gis 9.3. y la utilización del polígono de la finca en estudio se procedió a realizar un buffer, que consiste en considerar un perímetro al



área a través del programa dejando una distancia prudencial paralela al polígono real, con el propósito de tridimensionar el área en función a las pendientes encontradas;

- Seguidamente se procedió a realizar un recorte a través de la opción “clip” entre las curvas a un distanciamiento de veinte metros (20), y el buffer realizado con anterioridad, con el propósito de enmarcar exclusivamente las curvas presentes dentro del área; esto con la finalidad de separar todas las curvas del país del área de interés.
- Del resultado del clip se consideró convertirlo en TIN (modelo de tres dimensiones a partir de triángulos); que consiste en ejecutar la herramienta del programa llamado “3D analyst Tools” donde nos despliega opciones a ejecutar, la cual elegimos “surface analysis” y damos seleccionar Slope proporcionando un cuadro de dialogo donde elegimos el porcentaje de las pendientes, de acuerdo con lo establecido en el Manual para la Clasificación de Uso de la Tierra del -INAB- .
- Posterior al TIN generado, se convirtió a raster y para ello se ejecutó la opción de 3D analyst donde se seleccionó la opción convert; mismo que elegimos que el TIN nos la convierta a raster, eligiendo la opción attributte seguidamente en Slope as porcentaje con el propósito de pasarlo a porcentaje, dándole el mismo tamaño a la celda equivalentes a las curvas de separación de las pendientes, en este caso fueron los de 20 metros; posterior a estos pasos se procedió guardar el documento.
- El resultado anterior se clasificó ejecutando la opción en simbología, luego a la opción de clasificar de forma manual colocando los rangos de las pendientes en función a la región natural o fisiográfica obtenida para el área de estudio, siendo esta las de Tierras Metamorficas.
- Seguidamente se convirtió el raster a un vector y para ello se eligió la opción de Spatial analyst marcando en esa opción la de convertir el raster a un feature donde se le ordenó al programa que dicho proyecto ya se encuentra clasificado en los rangos de pendientes. Posterior a estos pasos se realizó un recorte del mismo a través de un clip entre el vector que correspondía al buffer de inicio y el polígono real de la finca en la cual como último paso se etiquetara las leyendas del mapa de pendientes generado para la Finca Nacional San Jerónimo.

## ➤ **Fase de Campo**

### **Chequeo del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra**

Se procedió a las verificaciones y/o modificaciones de las unidades de cobertura y uso de la tierra predominante en cada una de las unidades, preliminarmente definidas en la primera fase de gabinete, con la finalidad de ir tomando las observaciones para elaborar el mapa definitivo de uso actual de la tierra.

### **Verificación de los límites de las Unidades de Mapeo**

Esta actividad se efectuó mediante caminamientos, observaciones visuales y tomando algunas muestras de las características del suelo. Se llegó a homogenizar las distintas unidades de tierra con base en criterios fisiográficos, cuya base principal es el relieve. En este caso también la separación de los mismos se apoyó diferenciando las características propias del paisaje y el sub paisaje del terreno.

### **Determinación de Profundidades de Suelos y Factores Modificadores**

Después de elaborar el mapa final de unidades de tierra (unidades fisiográficas), utilizando boleta de campo, se anotan las profundidades efectivas de los suelos de cada unidad cartográfica previamente delimitada en gabinete y verificada en campo. Para este caso se abrieron calicatas de 50 centímetros de ancho y se aprovecharon los cortes de caminos, con el fin de efectuar una mejor evaluación de la profundidad efectiva. Las capas impenetrables del suelo como rocas, ripio o suelos compactados no fueron consideradas para su evaluación.

Adicionalmente en cada unidad se realizaron las anotaciones del nivel en que se manifiestan los factores modificadores (Drenaje y Pedregosidad) en caso de estar presentes. En función de la manifestación de los factores modificadores se separaron, sobre el mapa de unidades fisiográficas, áreas limitantes para posteriormente utilizarse en la asignación de categorías de capacidad de uso.

### **Chequeo del Mapa de Pendientes**

Consistió en realizar chequeos mediante mediciones en campo de las pendientes máximas en las unidades previamente definidas en gabinete, con el propósito de corroborar y hacer los ajustes correspondientes. Esto se realizó dentro de las lecturas que se fueron haciendo en el mapa de unidades de tierra. Se midieron las pendientes con ayuda de un clinómetro.

#### **➤ Segunda Fase de Gabinete**

### **Integración del Mapa de Unidades de Tierra**

Sobre la base de factores principales de pendiente del terreno y profundidad del suelo y los factores modificadores, pedregosidad y drenaje; considerados por el método desarrollado por INAB, el procedimiento de integración del mapa de unidades de tierra, sigue la secuencia siguiente:

El mapa base de unidades inicialmente fisiográficas, se convirtieron en unidades cartográficas y con la información del factor limitante profundidad del suelo, es convertido en un mapa temático sobre profundidades de suelos. Esto implica que algunas unidades tengan que unirse o bien desagregarse en otras.

Posteriormente, este mapa es sobrepuesto en el mapa de pendientes, excepto para las áreas pequeñas o complejas; el procedimiento consistió en designar la pendiente máxima a cada unidad de tierra (unidad fisiográfica). En este proceso se separaron nuevas unidades definidas por los límites de ambos mapas. Cada nueva unidad se caracteriza por un rango de pendiente y una clase de profundidad, tomando en cuenta la región "Tierras Metamórficas", para este caso. A este mapa resultante se le denominó, para efectos del sistema adoptado por el INAB, mapa de unidades de tierra, que es como un mapa preliminar de capacidad de uso.

### **Elaboración del Mapa de Capacidad de Uso**

A cada unidad de tierra identificada en el mapa resultante del proceso anterior, con base en los niveles adoptados por cada factor limitante, se le asignó una categoría de capacidad de uso. Posteriormente, esta categoría se analizó tomando en cuenta los

factores modificadores pedregosidad y drenaje a efecto de determinar la categoría de capacidad de uso definitiva. Para este estudio, en la fase de campo no fueron separadas zonas de clases de tierras que presentan limitación por pedregosidad y drenaje, los que dieron como resultante el Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra.

Finalmente, se siguieron los procedimientos técnicos normales de vaciado de información (rectificación fotogramétrica, reducción o ampliación, rotulación, otros), de la información generada al mapa base. Se cuantificaron las extensiones de cada unidad de capacidad y se definieron los otros elementos que acompañan a un mapa temático como los del presente estudio.

➤ **Mapa de Conflictividad de Uso de la Tierra**

- Para la elaboración del mapa de conflictividad fue necesaria la sobre posición de los mapas de uso actual y capacidad de uso de la tierra.
- Luego se delimitaron unidades de tierra considerando si el uso o la cobertura existente fue o no acorde a la capacidad de uso de la tierra.
- Se determinó el uso de una respectiva unidad de tierra a una intensidad menor, correcta o mayor a la que soporta en términos físicos. Nombrando a estas categorías como: sub uso, uso correcto y sobre uso.

En la figura 5, se encuentra el flujograma del proceso seguido para la evaluación de la conflictividad del uso de la tierra.

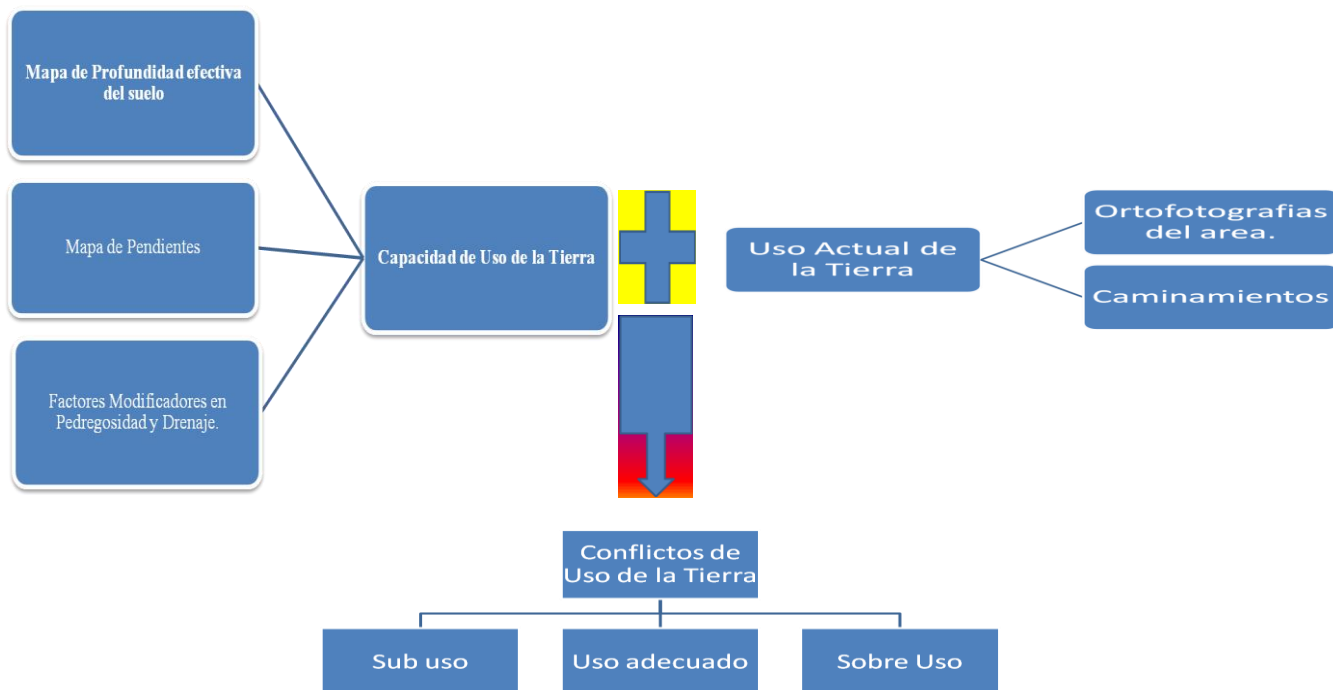


Figura 5. Flujo grama de las actividades realizadas para evaluar la conflictividad del uso de la tierra actual dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.

## 5.6. VARIABLES DE RESPUESTAS:

Las variables evaluadas se describen en base a los objetivos del estudio detalladas a continuación:

- ✓ El recurso hídrico superficial se evaluó en dos épocas del año, siendo la primera en época seca y la segunda en época lluviosa; para determinar la cantidad y ubicación de los cuerpos de agua de acuerdo a estratos altitudinales definidos como bajo (menor a 1300 msnm), medio (1300 a 1600 msnm) y alto (mayor a 1600 msnm).
- ✓ Las variables estudiadas para los sistemas productivos se dividieron en función componentes subdividiendo estas en subsistemas como se detalla a continuación:
  - Clase de cultivos establecidos en el lugar.
  - Cantidad de cultivos implementados por comunidad.
  - Rendimientos por cultivo en quintales por hectárea por comunidad.
  - Medidas preventivas implementadas para mejorar el rendimiento en los cultivos.

- Manejo agronómico realizadas en los cultivos agrícolas.
  - Número de especies animales domesticas por comunidad.
  - Cantidad de ganado por núcleo familiar.
  - Uso de especies forestales.
  - Cantidad de leña por núcleo familiar.
- ✓ En cuanto a la evaluación en el conflicto del uso de la tierra, las variables finales evaluadas son: el porcentaje de las áreas que se encuentran en sub uso, uso correcto o adecuado y las áreas sobre utilizadas en base a estratos altitudinales definidos como bajo (menor a 1300 msnm), medio (1300 a 1600 msnm) y alto (mayor a 1600 msnm).

### **5.7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:**

En base a la ubicación espacial de los cuerpos de agua de la finca en estudio se logró definir el número de nacimientos que existen en función a los estratos altitudinales definidos como bajo, medio y alto; utilizando este mismo criterio para el uso actual y conflictividad de uso de la tierra.

También fue necesario la utilización de los censos proporcionado por el Ministerio de Salud y Consejos Comunitarios de Desarrollo de las comunidades para establecer la demanda actual y si son suficientes las nacientes para las mismas.

El análisis de los resultados obtenidos de las encuestas se realizó utilizando el programa INFOSTAT®. Los criterios utilizados para la elaboración del análisis, están formados por cada uno de los componentes de cada subsistema.

Del componente social; información acerca de la población local (a nivel individual) como datos generales en cuanto a edad, el grado de escolaridad que poseen, profesión principal, profesión secundaria, años de permanencia en el área, la etnia a la que pertenece, la comunidad a la que pertenecen, fuente de energía y miembros de la familia; se estudió la condición de vida que poseen; en la cual se estará analizando la economía familiar a partir si existiera la venta de productos agrícolas, venta de

productos pecuarios, venta de productos forestales, empleo dentro del departamento, empleo fuera del departamento, los gastos mensuales o anuales de su familia, los rubros de gastos frecuentes en la familia.

Se estudió el componente agrícola; donde se evaluaron los sistemas productivos en cuanto a su ubicación, producción, causas en el deterioro de la producción, las cosechas obtenidas en los últimos años y la productividad por unidad de área, las frecuencias de las quemadas agrícolas.

En cuanto a la evaluación pecuaria se analizaron respuestas al respecto del tipo que cuentan, cantidad, usos que se le dan y los lugares de crianza.

Se evaluó la producción de leña y carbón vegetal como los tipos de productos que utilizan para la cocina, el origen de la obtención y las cantidades de uso.

Para determinar la conflictividad en el uso de la tierra se necesitaron los mapas de uso actual, mapa de capacidad de uso para generar el mapa de conflictos de uso; para conocer esto fue necesario analizar variables dependientes como la pendiente y la profundidad del suelo con sus respectivas variables de modificación a la clase de capacidad de uso, la cobertura actual, para finalmente al realizar la sobreposición entre ambos mapas conocer las áreas en conflicto tanto en ubicación como representación de las áreas donde existen dicho problema.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

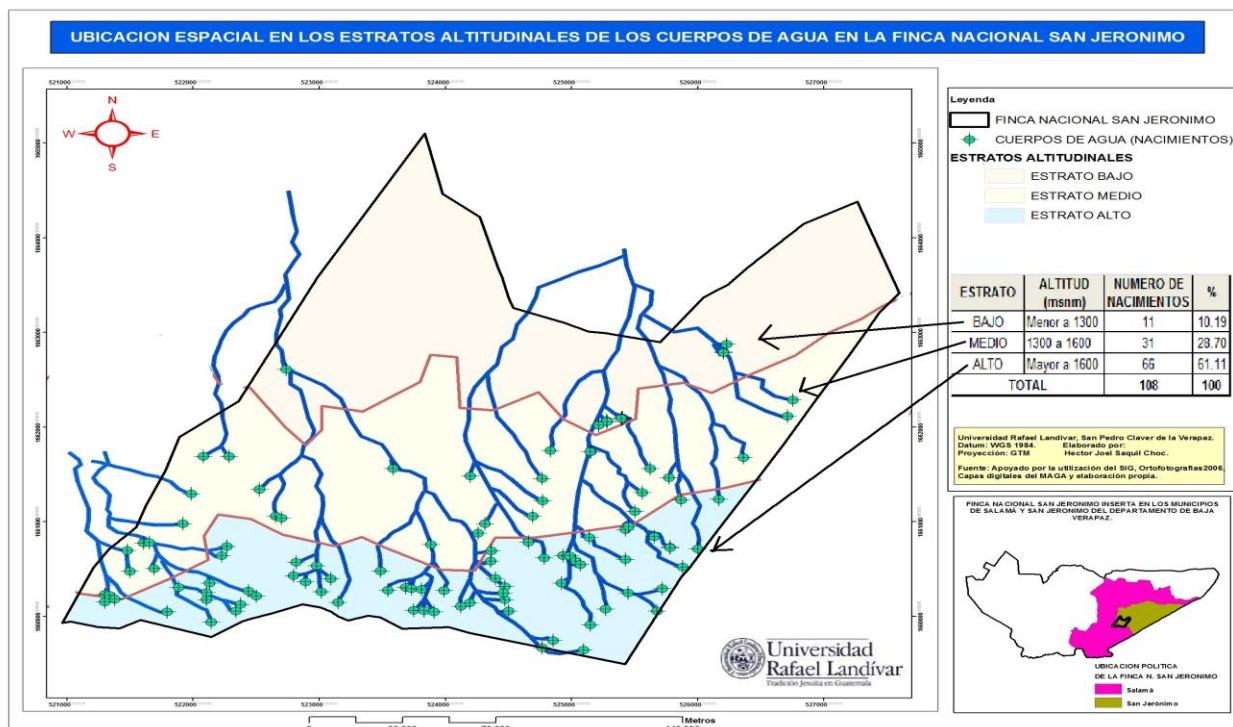
En base al marco descrito dentro de la metodología se describen los resultados logrados en la investigación mediante al cumplimiento de los objetivos plasmados en el mismo como se describe a continuación:

### 6.1. OBJETIVO 1: CARACTERIZAR EL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL EN CUANTO A CANTIDAD Y UBICACIÓN COMO ELEMENTO BIOFISICO PRINCIPAL EN LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO

Para lograr la caracterización del recurso hídrico, se separan 3 puntos de análisis, siendo estos la ubicación espacial en base a estratos altitudinales definidos como: bajo (menor a 1300 msnm), medio (1300 a 1600 msnm) y alto (mayor a 1600 msnm), la caracterización y la cuantificación del caudal.

#### 6.1.1. Ubicación espacial de los cuerpos de agua

En la figura 6, se muestran los nacimientos de agua encontrados en el proceso de la investigación en la Finca Nacional San Jerónimo en función a estratos altitudinales.



Fuente: Elaboración propia, apoyado por la utilización del SIG, capas digitales del MAGA.



Figura 6. Ubicación espacial en los estratos altitudinales de los cuerpos de agua evaluadas en el área bajo estudio.

Se observa que las nacientes de agua se encuentran concentrados en mayor cantidad en la parte Suroeste y Sureste de la finca; determinándose que el 61.11% de los nacimientos se ubican en el estrato alto (mayor a 1600 msnm), el 28.70% se localizan en el estrato medio (1300 a 1600 msnm) y solo el 10.19% se encuentran en el estrato bajo (menor a 1300 msnm).

Durante la investigación se ubicaron un total de 108 cuerpos de agua superficial (nacimientos), los cuales cumplieron con los criterios establecidos para ser tomados en cuenta dentro de este estudio. Los criterios para la elección de los puntos y de los cuerpos de agua a muestrear fueron:

- Ubicación
- Caudal continuo

Por medio de visitas de campo del área sujeta a evaluación, se estableció que los cuerpos de agua no se le reconocen con algún nombre para identificarlos; en ocasiones se nombran de acuerdo a las condiciones biofísicas del lugar y se hacen mención de lugares tales como: el malangal, liquidámbar, el aguacate, la naranja, el rodal, la anona, el volcán, cipresal, el charcón, el limar, la limita, tierra colorada, el baral, las flores, bijagua, don pedrito, cartuchal, el pastor, el camotal, el negrito, beguita, peña negra, ojo de agua, el matazano, camino real, las torres, quebrada de agua, oojaca, etc.; sin embargo se usan en forma arbitraria para cualquiera de los cuerpos de agua que se encuentren cercanos en el área de análisis.

De tal manera que fue necesario la revisión de cartografía del área sujeta a evaluación, donde se estableció que en la misma se forman 5 quebradas identificadas como: Quebrada el Jute, Quebrada Sibabaj, Quebrada el mango, Quebrada las mojarrillas y Quebrada negra; y para el presente estudio se agruparon aquellas nacientes significativas que de acuerdo a la orientación de su cauce abastecen las quebradas en

mención, en el cuadro 10 se muestra la cantidad de cuerpos de agua que fluyen a las quebradas formadas en el área de estudio.

Cuadro 10. Quebradas y número de cuerpos de agua significativos que abastecen al cauce principal dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cantidad de Nacimientos</b>
1	Quebrada el Jute	23
2	Quebrada Sibabaj	37
3	Quebrada El Mango	7
4	Quebrada Las Mojarrilas	36
5	Quebrada Negra	5
<b>Total</b>		<b>108</b>

Fuente: Elaboración propia.

Después de realizar recorridos para el reconocimiento de todos los cuerpos de agua, así como a través de conversar con representantes de las comunidades sobre el lugar idóneo para ubicar el punto de monitoreo, tomando en cuenta que podrían ser lugar para abastecer futuras actividades del ser humano tales como: fuente de agua potable, en agricultura, ganadería y en casos que las mismas ya son captadas y utilizadas por comunidades vecinas al lugar.

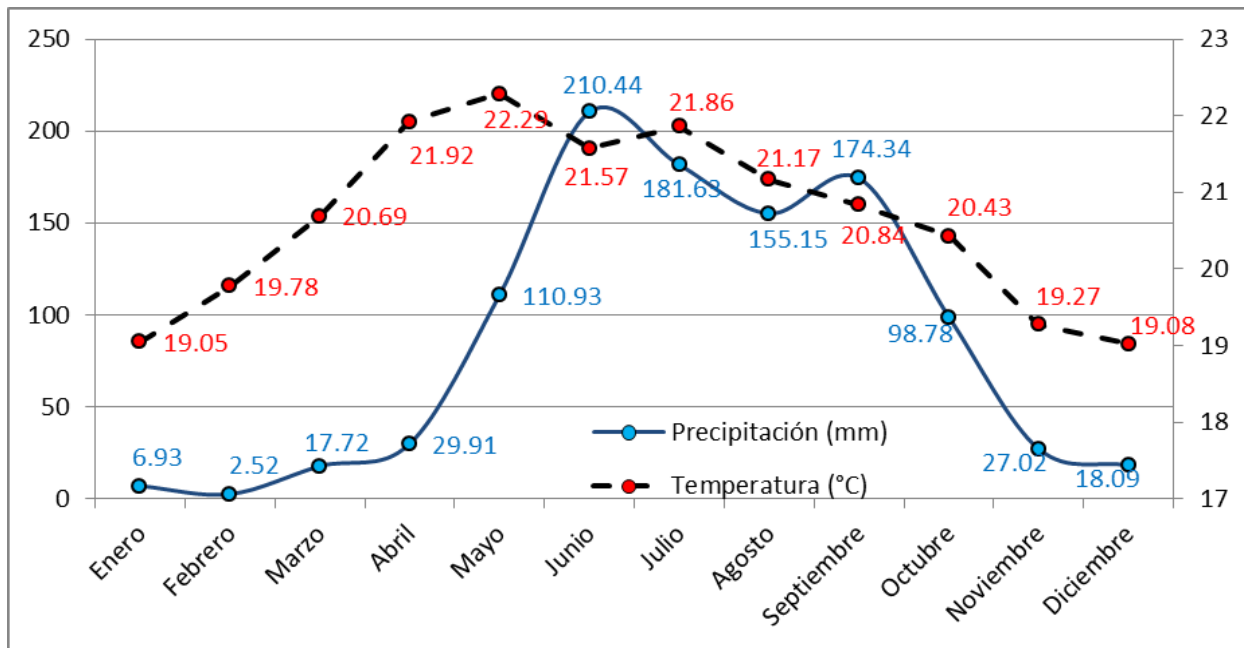
Se programaron dos mediciones de caudales, una durante la época seca y una más en la época lluviosa, en cada época de medición, se cuantifico el caudal que aportaba cada cuerpo de agua significativo. Para luego formar la red hidrológica que fue interpretada mediante el uso de cartográfica en la cual se definen todos aquellos cuerpos de agua que conforman las quebradas existentes dentro del área en estudio y que son la base de la caracterización de las mismas.

### 6.1.2. Caracterización de los cuerpos de agua

#### Elementos biofísicos:

- ✓ **Clima (precipitación);** los datos de precipitación analizados para la Finca Nacional San Jerónimo corresponde al periodo del año 2001 al año 2010 en el que se determina que los periodos con mayor precipitación fueron durante los meses de junio a septiembre considerando que el promedio refiere a una década completa que corresponde a los años mencionados. Los meses con mayor precipitación cuentan con una precipitación aproximada de 210.44 mm a 174.34 mm, cuyos datos fueron recopilados en un periodo de 10 años, según datos proporcionados por INSIVUMEH, (ver figura 7).
  
- ✓ **Clima (temperatura);** se analizaron los datos correspondientes a la temperatura, considerando datos recopilados en el transcurso de una década, tomando en cuenta los años 2001 al 2010, en dicha evaluación se observa que la distribución de la temperatura en la década analizada existe un aumento de la misma en los meses abril y mayo un leve aumento en los meses de julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre (ver figura 7). El dato obtenido referente a la temperatura se determinó que se cuenta con una temperatura mínima de 15.68°C y una máxima de 28.70°C, respectivamente, mismos que corresponden a los meses antes mencionado, recalcando que estos corresponden a un periodo de diez años.

**Origen de las quebradas:** Los cuerpos de agua encontrados en el área sujeta a evaluación se originan por excavaciones causadas por la fuerza de la corriente en el terreno. La corriente natural de las quebradas más el caudal que se agrega por la precipitación pluvial escurren hacia las depresiones naturales por la gravedad y comienzan a labrar las áreas más vulnerables hasta llegar a las partes más bajas de los valles. Formando así la red hídrica a través del aporte de los nacimientos de agua que afloran en la parte más alta de la finca en estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Climadiagrama, temperatura y precipitación promedio, periodo del 2001 al 2010, estación meteorológica San Jerónimo, San Jerónimo, B.V.

Como se muestra en la figura 7, los datos utilizados para la misma son de la estación meteorológica ubicada en San Jerónimo esto con la finalidad de incorporar la cantidad de agua aportada por la precipitación pluvial de la región; sin embargo dato de la oferta pueden variar en función a variables no contempladas en el presente estudio. Basado en el estudio realizado para la microcuenca del río cachil, existe la disponibilidad de 2.79 litros por segundo como promedio, teniendo en consideración que la microcuenca se localiza aledaña al área estudiada (MARN, 2010).

**Longitud de los cauces:** para establecer la longitud de los cuerpos de agua significativos del lugar, se realizó el recorrido a lo largo de los cauces de cada nacimientos con equipo de geo referenciación, Map Garmin 62 Sc. Los resultados obtenidos de la medición se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 11. Longitud en metros lineales, de los cauces de los cuerpos de agua significativos formados dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.

<b>Nombre</b>	<b>Longitud del cauce en Metros lineales</b>
Quebrada el Jute	9,4656
Quebrada Sibabaj	19,280
Quebrada El Mango	6,825
Quebrada Las Mojarrilas	17,259
Quebrada Negra	2,598

Fuente: Elaboración propia.

**Tipos de Corrientes:** Se determinó que todos los cuerpos de agua que abastecen las quebradas formadas dentro de la finca nacional san jerónimo, poseen corrientes permanentes, esto debido que la primera lectura concerniente a los aforos se realizó en el periodo más seco del año (marzo y abril), siendo la base para la segunda lectura del año consistente en la época lluviosa (Junio a Septiembre).

Importante mencionar que al momento de realizar la segunda lectura de aforos se encontraron cuerpos de agua que contenían corrientes intermitentes los cuales no fueron considerados para el presente análisis, debido que estas reciben aguas de escorrentía superficial, principalmente en la época lluviosa, y secan en periodos críticos (Roldan & Ramírez, 2008). Los cuales no pueden ser considerados para las planificaciones de uso en el tiempo.

Así mismo todas las corrientes de los cuerpos de agua que forman las diferentes quebradas son consideradas corrientes de orden 1. Según Roldan & Ramírez (2008), las corrientes de orden 1 son aquellas terminales más jóvenes que no poseen tributarios.

**Tipo de Flujo:** Se estableció que todos los cuerpos de agua ubicados en el área sujeta a evaluación cuentan con un flujo turbulento. Esto tomando en cuenta que la velocidad

de la corriente aumenta conforme las quebradas desciende de las partes altas del terreno, lo cual hace que el movimiento de los mismos sea irregular.

**Flora:** Los cuerpos de agua encontrados en el área de evaluación, se encuentran ubicados dentro de la vertiente del Golfo de México, cuenca del Rio Salinas y Sub cuenca del Rio Salamá. La cobertura vegetal de la misma está formada por bosques mixtos predominando los ecosistemas de pino y encino, siendo el pino la especie dominante y que representa un 70 % de la cobertura forestal dentro del área bajo estudio (AVM, 2013).

**Uso del suelo dentro del área bajo estudio:** se caracteriza por la entremezcla de actividades de carácter urbano con actividades agrícolas. Y de acuerdo a los resultados obtenidos y desarrollados en el presente estudio sobre el uso de la tierra en la finca existen áreas destinadas a cultivos agrícolas a pequeña escala destinadas principalmente a cultivos de subsistencia de las comunidades que habitan o utilizan áreas dentro de ella.

**Posibles fuentes de contaminación:** durante las visitas de campo realizadas para efectos de este estudio, se logró establecer que los cuerpos de agua se ven afectados por fuentes de contaminación no puntual tales como:

- ✓ Uso de agroquímicos utilizada en áreas de la finca, cuyos residuos pueden llegar a los cuerpos de agua ubicadas dentro de la finca y áreas aledañas a la misma.
- ✓ Contaminación por uso de detergente en el lavado de ropa. Actividad que realizan las personas que viven en las comunidades ubicadas dentro de la finca.
- ✓ Mala disposición final de desechos sólidos orgánicos y no orgánicos dentro de los cuerpos de agua, como resultado del paso de personas y animales domésticos cerca de los cauces de las quebradas y nacimientos de agua.
- ✓ Contaminación por la incorporación del uso del fuego (rozas) para la habilitación y preparación de zonas de cultivos. Actividad que realizan las personas antes de la

llegada de la época de invierno con el fin de optimizar recursos económicos en función a la minimización de costos en mano de obra.

### **Uso actual del agua**

Los aportes que proporciona las fuentes hídricas de la finca nacional, es el abastecimiento de vital líquido para las doce comunidades que se encuentran dentro de la finca como a su vez las que se localizan en la periferia de los municipios de San Jerónimo y Salamá, B.V. estos aportes los realiza a través de nacimientos en la cual son encausados a tanques de captación para luego ser dirigidos a un tanque de distribución, siendo las comunidades beneficiadas, Aldea el Durazno I, Caserío Guajaca, Aldea el Cacao, Santa Marta, Sibabaj y Santa Catarina que pertenecen al municipio de San Jerónimo y las Aldeas San Juan, Los Pinos, Las Anonas, Sahuesitas, El Tunal y La laguna todas del municipio de Salamá.

### **6.1.3. Análisis de la cantidad de agua encontrada por fuente de agua**

Se realizaron monitoreos de las diferentes obras de captación de agua para consumo humano que son encausados y acumulados en tanques para luego ser distribuidas a las diferentes viviendas, también se monitorearon las nacientes que son utilizadas para regadíos de cultivos agrícolas y demás cuerpos de agua que forman parte del curso de las corrientes. Para cada acueducto se evaluó su caudal, considerándose como caudal total, ya que las tomas son fuentes de caudal pequeñas, una parte de los caudales totales corresponden a los caudales encausados y aprovechados, siendo la excepción las tomas de los cuerpos de agua, que por no poseer estructuras de captación se realizaron estructuras imprevistas con el afán de acumular sus fluidos y al transcurrir el tiempo para que su cauce se normalizara se procedió a llevar el agua a un recipiente con volumen conocido.

Se realizaron mediciones de caudal en dos sitios: la primera lectura se realizó en la toma al inicio del encausamiento y la otra medición se realizó antes de entrar al tanque de almacenamiento, dando resultados similares y reflejando que los sistemas de conducción no tienen fugas en su recorrido. Para estos casos se consideró el dato de

entrada al tanque como el caudal real de la toma; en casos donde no fue posible realizar el mismo procedimiento, la medición se realizó antes de entrar al tanque de almacenamiento; esto debido que en la toma al inicio del encausamiento no permitía realizarla por la forma de la estructura y la condición de las nacientes de agua.

Para el caso de medición de caudal en nacientes libres, estas se procedió a realizar la lectura de forma directa; en la figura 8, se muestra obra en cauce de las tomas de agua y tomas en nacientes u ojos de agua realizadas en el lugar de la investigación.



Figura 8. Medición del caudal en obras en cauce en quebradas y en nacientes (ojos de agua).



El resumen de los resultados de la medición de aforos se agrupa en base a su red hidrológica, de acuerdo a su nombre y ubicación como se muestra en el cuadros 12 y en la figura 9, como también los resultados por nacimientos se reflejan en Anexo 3.

Cuadro 12. Resultados de aforos de las fuentes de agua que drenan a las Quebradas dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.

LUGAR DE DRENAJE	Caudal E. Seca (L/seg)	Caudal E. Lluviosa (L/seg)
Quebrada El Jute, Aldea Las Anonas, Salamá, B.V.	3.76	11.31
Quebrada Sibabaj, Sibabaj, San Jerónimo, B.V.	10.48	33.85
Quebrada el Mango, Aldea el Cacao, San Jerónimo, B.V.	0.9	4.25
Quebrada Las Mojarrillas, Aldea el Cacao, San Jerónimo, B.V.	9.18	36.89
Quebrada Negra, Aldea el Cacao, San Jerónimo, B.V.	1.16	3.17
<b>CAUDAL TOTAL (l/s)</b>	<b>25.48</b>	<b>89.47</b>

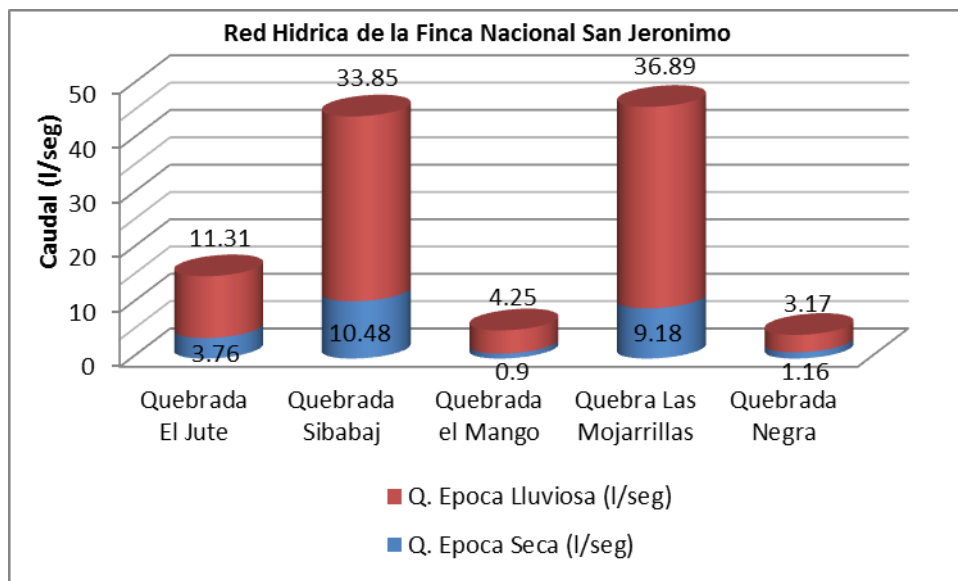


Figura 9. Resultados de aforos en base a quebradas formadas dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.

Es difícil comparar los datos de este estudio, ya que no se cuentan con datos históricos de aforos de los diferentes acueductos y nacientes encontrados dentro de la finca nacional san jerónimo, pero se podría estimar que el caudal total promedio de los

acueductos y nacientes incluidos en el estudio, para el año 2013 y en estación seca determina un caudal de 0,24 L/seg, que comparándose con la época lluviosa que tuvo un caudal de 0.83 L/seg, existiendo una diferencia de 0.59 L/seg, en promedio en ambas estaciones. Es importante mencionar que el caudal incrementa mucho más en meses posteriores a los considerados en el estudio como periodo lluvioso, sin embargo, por razones de tiempo no fue posible prolongar la fecha de muestreo.

En base al cuadro 12 y la figura 9, se puede observar el comportamiento en base al caudal que existe entre quebradas, esto se ve influenciado en base al número de nacimientos que la abastecen; sin embargo el análisis se realiza en base al caudal obtenido en época seca y lluviosa. Bajo este principio se determinó que la quebrada que presenta mayores variaciones entre las dos épocas es la quebrada El Mango, con un caudal de 0.9 l/seg en la época seca y 4.25 l/seg para la época lluviosa, teniendo una diferencia de 3.35 l/seg entre ambas estaciones y la que presenta caudales más estables es la Quebrada Negra tanto para la época seca y lluviosa con resultados de 1.16 l/seg y 3.17 l/seg respectivamente teniendo una diferencia entre las mismas de 2.01 l/seg.

En trabajos de aforo en las nacientes captadas por aldea San Juan y los Pinos del Municipio de Salamá y Santa Catarina del Municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz, realizados por EPICSA, en el año 2007 y que sirvió de base para el desarrollo del diseño de la planta potabilizadora de dichas comunidades, se estimó que en las 4 nacientes existían un caudal total promedio para los meses de diciembre del 2006 y febrero del 2007 caudales de 2.19 l/seg y 2.00 l/seg respectivamente; en contraposición a los caudales reportados en este estudio, se estableció para los meses de septiembre y abril del 2013 caudales de 1 l/seg y 0.86 l/seg respectivamente.

El análisis de oferta y demanda actual para la aldea San Juan y los Pinos del Municipio de Salamá y Santa Catarina del Municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz, en virtud que las mismas cuentan con un acueducto y una planta potabilizadora formal dentro del área de la finca. Tomando como referencia el caudal

aprovechado en el periodo seco para cada acueducto y planta potabilizadora, ya que se debe considerar el caudal mínimo en el año, para fines de planeación o toma de decisiones. La demanda fue compuesta por la población calculada anteriormente para cada comunidad que se beneficia de agua proveniente de la finca en estudio, aldeas San Juan, Los Pinos y Santa Catarina se consideró una dotación de 200 litros diarios por persona según la OMS (1995).

Como parte del análisis complejo que se debe realizar concerniente a la oferta y demanda en relación al recurso hídrico y su utilización en función al uso actual dentro de la finca como el uso para la agricultura y consumo humano; el presente está basado para el acueducto de las comunidades de San Juan, Los Pinos y Santa Catarina y que según lo observado en campo y manifestado por los dirigentes de todas las comunidades, es un factor común la escasez del agua en sus hogares; se encontró que el acueducto principal de las comunidades en mención presentan problemas, ya que su demanda excede lo ofertado, al momento de los aforos.

El acueducto de las comunidades mencionadas presenta problemas de desabastecimiento, según la proyección de población para el año 2013, su demanda se estima en 10.27 l/seg y su oferta fue calculada en 3.43 l/seg, indicando un faltante de 6.84 l/seg para cumplir con el abastecimiento de la población. Se detectó que todas las comunidades que se abastecen del recurso hídrico proveniente de la finca presentan la misma problemática sobre el desabastecimiento, principalmente en la época seca del 2013, acentuándose aún más para las viviendas de los sectores ubicados en las partes más altas.

Una forma de las comunidades en solventar el problema del desabastecimiento principalmente para la época seca, es la utilización de otras fuentes de agua que no se encuentran dentro de la finca como también la elaboración de pozos donde interconectan con los acueductos cuando existe escasez.

## 6.2. OBJETIVO 2: CARACTERIZAR LA SITUACION ACTUAL SOCIOECONOMICA BASADA EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DENTRO DE LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO

Para desarrollar la evaluación de los sistemas de producción encontrados en la finca, fue necesario conocer cuales comunidades intervienen en las áreas bajo estudio; determinándose que en la misma se encuentran incluidas de forma total las comunidades aldea el Durazno I y el Caserío Guajaca. La comunidad aldea Sibabaj poseen áreas de forma parcial dentro del perímetro de la finca y la comunidad de aldea las Anonas y el Caserío Las Sahuesitas que se encuentran fuera de la finca pero que poseen un área de influencia dentro de la finca especialmente para la producción de cultivos anuales.

La muestra poblacional se obtuvo en base a la población total de las comunidades como se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13. Comunidades y cantidad de muestras realizadas para evaluar sistemas productivos

<b>Comunidad</b>	<b># Muestra</b>
Aldea El Durazno I y Caserío Guajaca	33
Aldea Las Anonas	27
Caserío Las Sahuesitas	19
Aldea Sibabaj	25
<b>Total</b>	<b>104</b>

### 6.2.1. Variable socioeconómica.

**Demografía:** de acuerdo a los censos poblacionales proporcionados por los Consejos Comunitarios de Desarrollo, COCODES, se reporta una población de 1,208 habitantes para el año 2013, comprendida en las cinco comunidades que tienen injerencia en la finca.

**Composición por sexo:** se estableció que en el área bajo estudio se encuentra una población de 1,208 misma que se encuentran distribuidas con 553 son mujeres y 655

son hombres, donde el primer dato representa el 45.77% de la población total y el segundo dato el 54.23% del total de la población referida.

**Etnia:** la distribución étnica en el área de estudio se caracteriza principalmente por pertenecer a la etnia maya Achi, cuentan con características homogéneas, los cuales van de rasgos físicos comunes, lengua, costumbres y tradiciones culturales. En lo que se refiere al idioma siendo el predominante en las comunidades es el idioma Achi y español.

**Densidad poblacional:** la densidad de la población que se encuentra dentro del área que abarca la finca se estima que asciende a un total de 105 personas por kilómetro cuadrado.

**Organización Comunitaria:** se determinó que las cinco comunidades que tienen injerencia dentro de la finca en estudio se encuentran actualmente organizadas, a través de Consejo Comunitario de Desarrollo –COCODE- mismo que se encuentran integradas por siete personas.

En cada una de las cinco comunidades se encuentran con diferentes comités cuya función se integran acorde a la necesidad que se vincule al desarrollo de la comunidad, siendo los principales comités las siguientes; comité de agua potable, comité de mujeres, comité de tierras.

En lo que corresponde a la dependencia del Consejo Comunitario de Desarrollo –COCODE- se enfocan directamente a la municipalidad local, la cual de una u otra manera cuentan con la función de incluir a las mismas en los programas sociales de beneficio común.

**Infraestructura y servicios básicos:** en lo que corresponde a cada una de las comunidades que infieren en el área de estudio cuentan con carreteras de terracería mismas que se encuentran en regular estado, sin excepción alguna.

Dentro del área que abarca la finca se cuentan con dos centros educativos distribuidas en las comunidades El Durazno I y Caserío Guajaca, cuyas condiciones físicas se encuentran en regular estado, cada una de las escuelas se encuentran construidas de paredes de block, techo de lámina de zinc, piso de cemento en las dos escuelas, mismas que actualmente están atendiendo hasta sexto grado de primaria.

El tipo de viviendas que se encuentran en las cinco comunidades, son en su mayoría, de paredes de tierra, piso de tierra, y techo de lámina de zinc como también se logran observar algunas viviendas con paredes de block, piso de cemento y lamina de zinc; en cuanto al acceso de servicios básicos en las cinco comunidades se cuentan con energía eléctrica, agua entubada, de igual manera dentro de las comunidades se cuentan con templos evangélicos y ermitas católicas.

Las cinco comunidades no cuentan con acceso a servicios de drenaje lo cual es sustituido por letrinas caseras, misma que están construidas de manera rustica.

Los sistemas productivos fueron evaluados en base a encuestas estructuradas, evaluando componentes del sistema y que a su vez se dividieron en subsistemas que reflejen el objeto de la caracterización, presentando los resultados que continuación se describen.

### **6.2.2. Componente Agrícola**

En base a la encuesta realizada en las distintas comunidades dentro de la finca, se determinó que los cultivos predominantes son: el maíz, el frijol, tomate, güisquil y café. El maíz y el frijol se encuentran bajo el sistema de asocio de cultivos ya que el frijol se siembra inmediatamente o antes de la madurez del fruto del maíz. En la mayoría de las combinaciones de siembras que los agricultores realizan se encuentra el maíz y frijol.

Y los otros cultivos los agricultores las implementan en otras áreas pequeñas, ya sea como huerto de traspatio o tienen una propiedad, alejada de su casa, en el cuadro 14

se muestra la cantidad de cultivos que implementan las comunidades dentro de la finca.

Cuadro 14. Análisis de la cantidad de cultivos por comunidad implementadas en finca bajo estudio

<b>Lugar</b>	<b>Variable</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Las Anonas		27	1.89	1	2
El Durazno I	Cantidad de cultivos	14	2.21	1	5
Guajaca		16	1.69	1	3
Sahuesitas		18	1.11	1	2
Sibabaj		9	1	1	1

De acuerdo al cuadro 14, la comunidad que más cultivos implementa en el área de la investigación por orden mayoritario en el número de cultivos son: Aldea El Durazno I con una media de 2.21, seguidamente por las comunidades Aldea Las Anonas, Caserío Guajaca, Caserío Sahuesitas y comunidad Sibabaj con medias de 1.89, 1.69, 1.11 y 1 respectivamente; siendo los cultivos más implementados la del maíz y frijol, en la cual los mismos son implementados frecuentemente en asociados por las comunidades el Durazno I y Las Anonas. Y las comunidades dedicadas exclusivamente al cultivo del maíz están representadas por Caserío Sahuesitas y Aldea Sibabaj.

En la aldea El Durazno I, existen agricultores que también se dedican al cultivo del tomate, güisquil y café y las comunidades como Guajaca reflejan que implementan un tercer cultivo, no siendo de la misma manera para las otras comunidades que únicamente siembran maíz y que a lo sumo el frijol en asociado como se muestra en el cuadro 15, tabla de frecuencia de los cultivos agrícolas implementados en la finca.

Cuadro 15. Tabla de frecuencia de la muestra poblacional dedicada a los cultivos agrícolas.

<b>Lugar</b>	<b>*Clase de Cultivo</b>	<b>Frecuencia Acumulada</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>
Las Anonas	1	3	0.11
	2	24	0.89
El Durazno I	1	6	0.43

	2	4	0.29
	3	1	0.07
	4	1	0.07
	5	2	0.14
	1	6	0.38
Guajaca	2	9	0.56
	3	1	0.06
Sahuesitas	1	16	0.89
	2	2	0.11
Sibabaj	1	16	0.64
	2	9	0.36

\*Nota: 1: Maíz; 2: Frijol; 3: Tomate; 4: Güisquil; 5: Café.

Como respecto a la muestra poblacional podemos inferir que en la comunidad el Durazno I, el 43% se dedica a la siembra del maíz, el 29% al cultivo en asocio (maíz-frijol), el 14% tienen alrededor de 5 cultivos y el 7% se dedican a la siembra de 4 cultivos, siendo la comunidad que mayor diversidad en cultivos presenta dentro de la finca; en lo que respecta a su caserío denominado Guajaca estos se dedican aún más a la siembra de maíz y frijol representado en un 94%, mientras que únicamente son dedicados el 6% a un tercer cultivo como la del tomate.

La comunidad que más se ocupa en la siembra en asocio (maíz-frijol) corresponde a la Aldea Las Anonas realizando esta actividad en un 89% y solamente el 11% se dedica exclusivamente a la siembra del maíz. Sin embargo en lo que respecta al caserío Sahuesitas se refleja que el 89% de la población se dedica a la siembra del maíz y solo el 11% de los mismos la implementa en asocio.

Para evaluar la productividad obtenida por comunidad en la siembra del cultivo de maíz, dentro de la finca, se realizó por medio de análisis de varianzas de la producción por cultivo, los cuales se muestran los resultados en el cuadro 16.



Cuadro 16. Análisis de varianza de la producción en el cultivo del maíz entre comunidades.

<b>F.V.</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Lugar	4	672.33	168.08	3.39	0.013
Error	79	3915.64	49.57		
Total	83	4587.97			

El análisis de varianza, muestra la diferencia significativa en la productividad del cultivo del maíz que se obtiene entre las comunidades, con un valor de  $p = 0.013$ , reflejando la existencia de comunidades que obtienen los mejores rendimientos por unidad de área en el cultivo del maíz.

En el cuadro 17, se presenta el resumen de la prueba de medias de Tukey, de los valores de la producción (qq/ha) para el factor lugar (comunidades).

Cuadro 17. Prueba de medias de la producción (qq/ha) en el cultivo del maíz para las comunidades El Durazno I, Sibabaj, Las Anonas, Sahuesitas y Guajaca.

<b>Lugar</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	<b>Grupo de Tukey</b>
El Durazno I	23.95	14	1.88	A
Sibabaj	20	9	2.35	A
Las Anonas	16.5	27	1.35	B
Sahuesitas	16.49	18	1.66	B
Guajaca	16.41	16	1.76	B

Esta prueba de medias (Tukey), muestra que existen tres grupos, encontrando que la mejor producción es alcanzada por la comunidad El Durazno I y está compuesta por el grupo A; el segundo grupo tiene interacción entre el Grupo A y B, la cual está representada por la comunidad de Sibabaj quienes tienen una producción promedio de 20 qq/ha, en el grupo tres (B) se encuentran las comunidades de Las Anonas, Sahuesitas y Guajaca y que son las comunidades que tienen la producción más baja en el cultivo del maíz.

Para el caso de las comunidades que siembran frijol en asocio, se encontró que la producción reportada entre las comunidades de acuerdo al análisis de varianza no

muestra diferencia significativa, presentando un valor de  $p = 0.2543$ , lo que significa que las medias reportadas en la producción (qq/ha) de frijol no son significativamente diferentes entre comunidades; dando como resultado en términos productivos de este cultivo una producción de 25.71 y 17.93 qq/ha para las comunidades de Sahuesitas y Las Anonas respectivamente como producción mayor y menor obtenidos entre comunidades.

En relación a los cultivos del tomate, güisquil y café únicamente son cultivados por la comunidad el Durazno I y Guajaca y estos a su vez, son las combinaciones que menos se repiten entre los agricultores de las comunidades mencionadas; donde básicamente tienen una media de 25.75 qq/ha en café, 45.76 sacos/ ha en güisquil y 1180 cajas/ ha de tomate, siendo esta última destinada en un 100% para la venta a un precio que va de Q. 60 a 75 por caja.

El maíz producido es destinado para el consumo de la familia y es común denominador en todas las comunidades, mientras que el frijol producido por la comunidad El Durazno I, el 64.86% lo destina para el consumo de la familia y el 35.14% del excedente, lo vende a las demás comunidades o mercados de los municipios de Salamá y San Jerónimo, Baja Verapaz a un costo por quintal comprendido en el rango de Q. 250 a 375; mientras que la producción obtenida por las comunidades Las Anonas, Sahuesitas y Guajacas es destinada para el autoconsumo.

De acuerdo a la localización agrícola, el 89% de los agricultores dijeron que los cultivos las establecen en laderas y solo el 11% se ubican en las llanuras, lo que se ve reflejado en la productividad agrícola obtenida por comunidad. Los mismos han percibido la disminución de sus producciones en relación a los años anteriores, siendo las escasas lluvias el causal principal de la disminución de la producción.

El 50% de los agricultores dentro de la finca toman medidas preventivas orientadas en actividades agronómicas que les ayude a garantizar las cosechas de sus cultivos y el otro 50% dijeron no realizar ninguna actividad agronómica, en los cuadros 18 y 19 se

describen las actividades agronómica implementadas por los agricultores y las causas principales del porque no las implementan.

Las comunidades que toman medidas preventivas que garanticen sus cosechas son: El Durazno I, Guajaca y Sahuesitas; donde la aplicación de fertilizantes a los cultivos, es la actividad agronómica más implementada por los agricultores, realizándola en un 71% en la comunidad El Durazno I, lo que es reflejado en la producción y diversidad de cultivos que tienen; la misma actividad es realizada por los agricultores de Guajaca y Sahuesitas en un 62 y 53% respectivamente.

También implementan la combinación de distintas actividades agronómicas, donde el 14% de los agricultores de la comunidad El Durazno I, ejecutan la modalidad de dejar descansar la tierra, creación de terrazas, creación de surcos a lo largo de las curvas a nivel y la creación de bosques rompe vientos. En las comunidades de Guajaca y Sahuesitas los agricultores también realizan actividades combinatorias, siendo esta la más frecuente la aplicación de fertilizantes y creación de terrazas en un 38 y 53% respectivamente para estas comunidades.

Cuadro 18. Comunidades y medidas preventivas tomadas por los agricultores que garanticen la obtención de sus cosechas.

<b>LUGAR</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>FA*</b>	<b>FR**</b>
DURAZNO I	Descanso de tierras, Aplicación de fertilizantes, creación de terrazas, Creación de bosques rompe vientos,	1	0.14
	Descanso de Tierras, creación de terrazas, Creación de surcos a lo largo de las curvas de nivel.	1	0.14
GUAJACA	Aplicación de fertilizantes	5	0.71
	Aplicación de fertilizantes	8	0.62
	Aplicación de fertilizantes y creación de terrazas	5	0.38
SAHUESITAS	Descanso de tierras y Aplicación de fertilizantes	1	0.06
	Aplicación de fertilizantes	6	0.35
	Aplicación de fertilizantes y creación de terrazas	9	0.53
	Aplicación de fertilizantes, creación de terrazas y creación de surcos a lo largo de las curvas de nivel.	1	0.06

\* Frecuencia Acumulada. \*\* Frecuencia Relativa.

Cuadro 19. Comunidades y causas principales de la carencia en la implementación de actividades agronómicas.

LUGAR	CAUSAS PRINCIPALES	FA*	FR**
DURAZNO I	Falta de recursos económicos, falta de técnica y falta de tiempo	2	0.5
GUAJACA	Falta de recursos económicos, falta de técnica y falta de tiempo	1	0.25
	Falta de recursos económicos y falta de técnica	2	0.07
SAHUESITAS	Falta de recursos económicos, falta de técnica y falta de tiempo	1	0.25
ANONAS	Falta de recursos económicos y falta de técnica	27	0.93

\* Frecuencia Acumulada. \*\* Frecuencia Relativa.

La falta de recursos económicos y la falta de técnica es la causa principal en los agricultores de las comunidades El Durazno I, Guajaca, Sahuesitas y Anonas; por incorporar actividades agronómicas que les ayude en mantener sus producciones. Siendo los agricultores de la comunidad Las Anonas que más presenta este fenómeno en un 93%, seguido por los agricultores de las comunidades de Sahuesitas y Guajaca que en ambas es del 25% y la que menos se aqueja de estas causas es la comunidad El Durazno I.

### Manejo agronómico

**a). Preparación del terreno:** Las comunidades que se dedican a cultivar las tierras de la finca, no realizan mecanización de la tierra, las labores de preparación del terreno se hacen solamente con la fuerza humana, debido a diversas razones: no cuentan con equipo (tractores, arados) y la topografía es muy irregular lo cual imposibilita mecanización del suelo.

Las prácticas constan de limpieza y desmonte de los terrenos y la preparación del área con la ayuda de herramientas como el machete, azadón y piocha, usados para levantar los camellones o surcos donde se realiza la siembra.

**b). Fertilización:** la fertilización química es la más usada por los agricultores de las comunidades en la finca, convirtiéndose en una de las prácticas más importante dentro del manejo de los cultivos, pues de ella depende parte del éxito de la cosecha.

El uso de urea y otras fórmulas como el triple 15-15-15 (Nitrógeno-Fosforo-Potasio (NPK) o el 20-20-0 Nitrógeno Fosforo (NP), que son los fertilizantes más utilizados por los agricultores.

La urea es el fertilizante químico que más utilizan los agricultores; ya que el 85% suelen implementarla como fuente de nitrógeno en el cultivo del maíz, no importando la etapa fenológica del cultivo.

Otra de las razones es que muchos agricultores obtienen estos fertilizantes por medio del programa de fertilizantes del gobierno, el cual reparte en su mayoría las formulas citadas anteriormente.

**c). Plagas y Enfermedades:** La Mosca Blanca es una plaga que ataca las hortalizas como el tomate, en el caso de la Tortuguilla es la plaga que más afecta el cultivo de frijol, el Gusano Cogollero y la Gallina Ciega son las plagas que más afecta al cultivo del maíz por último los cafetales son afectados por los hongos *Phytophthora infestans* y *Mycena citricolor*.

Para el control de las plagas los comunitarios recurren al uso de algunos productos químicos que se describen en el cuadro 20.

Cuadro 20. Productos químicos utilizados para el control de plagas y enfermedades por los agricultores de la Finca en estudio.

Producto	Clase	Cultivo
Mancozeb (mancozeb)	Fungicida	Café
Metil Paration (folidol)	Insecticida	Maíz, frijol, hortalizas
Diazinon (diazinon)	Insecticida	Maíz, frijol, hortalizas
Provalicarb (positrón)	Fungicida	Hortalizas (tomate)
Foxim (volaton)	Insecticida	Maíz, frijol, hortalizas

Los agricultores no tienen conocimiento del tipo de productos químicos que aplican, ni del modo de acción de los mismos ya que utilizan insecticidas para controlar algún problema de hongos y así con otros productos en muchos de los casos aplican lo que tienen en existencia, ya que la gran mayoría piensa que algún efecto tendrá la aplicación.

En general la mayoría de agricultores no aplican la dosis recomendada por la casa formuladora del producto, ya que también existe la creencia que mientras más producto por bomba rociadora de mochila se aplique el efecto de supresión de la plaga será más efectivo.

Otro de los problemas son las pocas medidas de seguridad al aplicar los productos, ya que el 100% de los encuestados afirmaron no utilizar el equipo de protección básico que consta de mascarilla, capa, botas de hule y lentes.

Los agricultores aducen que no causa ningún efecto secundario en su organismo, esto se da en la mayoría de los encuestados, haciendo necesaria la inducción en aspectos de uso y manejo seguro de plaguicidas, para que puedan analizar el problema y que se capaciten para darle el uso correcto a los agroquímicos y así mejorar las aplicaciones, siempre cuidando su salud.

**d). Disponibilidad de agua y sistemas de riego:** los agricultores de las distintas comunidades encontradas en la finca en su mayoría aprovecha el periodo de mayo a octubre que es la estación lluviosa en el territorio nacional, para realizar sus siembras ya que no se cuentan con proyectos de riego y mini riego, esto disminuye el potencial agrícola de las comunidades ya que el agua es un elemento vital para la agricultura.

Esto reduce la capacidad del agricultor en producir varios ciclos al año, ya que se rige solo por el agua que brinda la estación lluviosa ya que son relativamente pocos los agricultores que tienen acceso a un nacimiento, ya que hay que conducir el agua hasta sus parcelas y no poseen recursos necesarios para la inversión.

### 6.2.3 Componente Pecuario

El componente pecuario está conformado básicamente por vacas, cerdos, caballos y gallinas; en la mayoría de los casos estos animales son para el consumo familiar al igual que los subproductos que generan como por ejemplo los huevos y carne, con excepción de las vacas que en su mayoría están destinados a la venta; en el cuadro 21 se muestra la cantidad de especies animal por núcleo familiar y comunidad.

Cuadro 21. Lugar y número de especies de animales presentes por núcleo familiar.

Lugar	Variable	n	Media	Min	Max
Las Anonas		0			
El Durazno I	Número de especies de animales /núcleo familiar	6	1.33	1	3
Guajaca		5	1	1	1
Sahuesitas		8	1.13	1	2
Sibabaj		0			

La comunidad que más especies de animales presenta es El Durazno I, presentando una media de 1.33, y suelen tener presentes las especies de: Vacas (*Bos indicus*), Cerdos (*Sus comosus*) y Gallinas (*Gallus gallus*); obteniendo de ellos subproductos como carne y leche, carne y manteca, carne y huevos. Seguidamente de las comunidades de Sahuesitas y Guajaca con un promedio de 1.13 y 1 respectivamente, donde las especies presentes por comunidad son: las vacas en Guajaca y Vacas/caballos en la comunidad de Sahuesitas. En el caso de las comunidades de las Anonas y Sibabaj estos no cuentan con alguna especie de animal dentro de la finca.

Las familias de estas comunidades suelen dedicarse a la ganadería de forma extensiva dentro de la finca, donde el 86% de los agricultores crían al ganado cercanas a las viviendas necesitando alrededor de 0.53 ha para la misma, y parte de sus alimentación es proveniente de broza o restos de la vegetación dejados por la post cosecha del cultivo del maíz; el 7% de los agricultores crían a su ganado en zonas de pastizales requiriendo un área de 1.04 ha y el otro 7% de los agricultores crían al ganado en áreas boscosas utilizando para estos alrededor de 16.48 ha.

El promedio de animales (vacas) por núcleo familiar se muestra en el cuadro 22.

Los agricultores que más cabezas de ganado (vacas) presentan son: El Durazno I, presentando un promedio de 3.8 por núcleo familiar; seguido por los agricultores de Sahuesitas con promedio de 2.5 y esta a su vez es seguida por Guajaca con un promedio de 1.8 cabezas de ganado por núcleo familiar.

Cuadro 22. Comunidad y cabezas de ganado por núcleo familiar.

LUGAR	VARIABLE	n	MEDIA	Min	Max
DURAZNO I	Cantidad de vacas/ núcleo familiar	5	3.8	1	12
SAHUESITAS		4	2.5	2	3
GUAJACA		5	1.8	1	3

El 100% de los agricultores suelen destinar sus animales para la venta, donde el 75% de los agricultores de la comunidad El Durazno I los venden a un precio comprendido entre Q. 3000 a 5000 por animal y solo el 25% de los mismo logran precios entre Q. 5000 a 7000; para el caso de los agricultores de la comunidad Guajaca el 60% logra alcanzar precios entre los Q. 2750 a 4500 y el 40% de los agricultores de la misma comunidad decide vender sus animales por precios comprendidos entre Q. 1000 a 2750 y para el caso de los agricultores de la comunidad Sahuesitas el 67% de estos alcanzan precios comprendidos entre Q. 3750 a 4000 por animal y el 33% únicamente puede vender a precios que van de Q. 3000 a 3750 por animal.

Los agricultores que más beneficios obtienen al momento de vender su ganado pertenecen a la comunidad El Durazno I, esto se debe que los mismo se encuentran cercano a mercados de los municipios de San Jerónimo y Salamá de Baja Verapaz y que los caminos de acceso son transitables en el año; caso contrario sucede con los caminos de acceso de las comunidades de Guajaca y Sahuesitas, lo que dificulta que los ofertantes tengan facilidades de llegar hacia ellos como también se ve reflejado en la cantidad de animales que ostentan los agricultores en dichas comunidades para que compradores decidan comprarles a estas comunidades.

En el caso de los agricultores de la comunidad El Durazno I también suelen dedicarse a la crianza de animales como: cerdos con promedio de 1.5 por núcleo familiar, siendo



destinado el 100% para el consumo y suelen criarlos en establos como alrededor de las viviendas en algunas ocasiones también lo reservan para la venta pero es más común que lo preparen para alguna ocasión en especial; mientras que el resto de comunidades no se dedican a la producción de ganado menor.

También los agricultores de la comunidad El Durazno I suelen tener un promedio de 24 gallinas por núcleo familiar, destinando los productos como el huevo y la carne para el autoconsumo; los agricultores que suelen tener ganado equino son de la comunidad Sahuesitas con un promedio de 1.4 animales por núcleo familiar, la cual son utilizados para cargar las cosechas agrícolas de los comunitarios obtenidas dentro de la finca.

#### 6.2.4 Componente Bosque

Este componente está basado en la preferencia de los agricultores en las especies forestales que aprovechan para la utilización de la cocción de alimentos, elaboración de construcciones y venta de productos y subproductos provenientes de los bosques de la finca.

El 96% de los agricultores de las comunidades de la finca realizan aprovechamientos de especies forestales, lo que significa que la misma proporción suelen tener superficies boscosas. En el cuadro 23, se detalla la cantidad de especies que utilizan los agricultores dentro de la finca.

Cuadro 23. Número de especies forestales que utilizan los agricultores por comunidad

LUGAR	VARIABLE	n	MEDIA	Min	Max
SIBABAJ	NUMERO DE ESPECIES FORESTALES	25	1.8	1	2
SAHUESITAS		19	1.63	1	2
GUAJACA		12	1.5	1	2
ANONAS		27	1.19	1	2
DURAZNO I		17	1.18	1	2

La comunidad que más especies forestales aprovecha dentro de la finca es Sibabaj con un promedio de 1.8 por agricultor, seguidos por promedios de 1.63, 1.5, 1.19 y 1.18 para las comunidades de Sahuesitas, Guajaca, Anonas y El Durazno I; esta última

comunidad sus agricultores presentan bajos promedios en el aprovechamiento de especies forestales en virtud que los mismos suelen dedicarse a otras actividades agrícolas dentro de la finca como ya se ha detallado dentro del presente estudio.

Todos los agricultores realizan el aprovechamiento de especies forestales dentro de la finca, basado principalmente en aquellas especies forestales más cercanas a sus comunidad donde el 80% de los agricultores de la comunidad de Sibabaj tienen preferencia por la especie de *Pinus oocarpa* (Pino del ocote) y el 20% tiende a realizar el aprovechamiento de la especie *Quercus sp* (encino); en el caso de los agricultores de la comunidad Sahuesitas el 83% aprovecha la especie de *Pinus tecunumani* (pino rojo) y 17% de las especies aprovechadas pertenecen *Pinus maximinoi*, *Pinus montesumae*, *Pinus oocarpa* y *Quercus sp*. En la comunidad Guajaca tienen preferencia del 67% por la especie *Pinus maximinoi* y 33% por *Cupressus lusitánica*, para el caso de la comunidad Las Anonas el 89% aprovechan la especie forestal *Pinus maximinoi* y el 11% aprovecha *Pinus oocarpa*, y la comunidad El Durazno I que suele aprovechar menos especies forestales dentro de la finca suele preferir especies como *Pinus maximinoi* y *Cupressus lusitánica* en un 93% y 7% respectivamente para las especies forestales mencionadas.

El producto obtenido de las especies forestales es destinada para vivienda el 74%, para leña el 18%, Agricultura el 6% y comercialización el 2%; esta última actividad la realizan con la especie de Encino produciendo alrededor de 4 metros cúbicos de leña y que la misma es vendida a un precio de Q. 140.00 por metro cubico.

En relación al uso de leña, los agricultores que más la utilizan son los de la comunidad de Sibabaj, seguidos por Guajaca, El Durazno I, Anonas y Sahuesitas, como se muestra en el cuadro 24, sobre las comunidades y cargas de leña utilizada para la cocción de alimentos.

Cuadro 24. Comunidad y cantidad de leña utilizadas por núcleo familiar.

LUGAR	VARIABLE	n	MEDIA	Min	Max
SIBABAJ		25	19.16	8	24
GUAJACA		16	16.25	12	30
DURAZNO I	*Cargas de leña por mes	17	14.76	4	21
ANONAS		27	12.89	8	16
SAHUESITAS		19	3.58	2.28	20

\*1 carga de leña es igual a 1.75 m<sup>3</sup>

Los agricultores de la comunidad de Sibabaj utilizan 33.53 m<sup>3</sup>(19.16 cargas de leña en un mes), siendo la comunidad que más gasta o utiliza, seguidos por la comunidad de Guajaca con promedio de 28.44 m<sup>3</sup>(16.25 cargas/mes), El Durazno I utiliza 25.83 m<sup>3</sup>(14.76 cargas/mes), Anonas y Sahuesitas si bien no utilizan las áreas para vivienda y que las mismas se encuentran fuera de la finca, la leña que utilizan para la cocción de alimentos proviene de áreas boscosas de la finca en estudio y demandan en promedio de 22.56 y 6.27 m<sup>3</sup>(12.89 y 3.58 cargas de leña por mes) respectivamente para las comunidades mencionadas, todos los valores están expresados por mes por núcleo familiar.

### 6.2.5 Componente Social

Este componente es de suma importancia pues son las personas los principales actores de los sistemas de producción de la Finca Nacional San Jerónimo.

Las comunidades El Durazno I y Guajaca la etnia predominante es el Maya Achi como el resto de ocupantes en la finca.

**Educación:** cada comunidad estudiada en la finca cuenta con su escuela. Aunque existe mucho ausentismo y deserción, por dedicarse a labores de campo en el caso de los niños varones y a las labores del hogar las niñas mujeres.

En la comunidad aldea Las Anonas el 23.81 % de los jefes de hogar han cursado más de algún grado de la primaria y el 1.90 % no han tenido acceso a la educación. En la comunidad del Caserío las Sahuesitas el 11.43 % de los jefes de hogar han cursado más de algún grado de la primaria y el 6.66 % no han tenido acceso a la educación.

En la comunidad aldea el Durazno I el 14.29 % de los jefes de hogar han cursado más de algún grado de la primaria y el 2.85 % no han tenido acceso a la educación. Mientras que su caserío la comunidad Guajaca el 13.33 % de los jefes de hogar han cursado más de algún grado de la primaria y el 1.90 % no han tenido acceso a la educación.

En lo que concierne a la comunidad aldea Sibabaj el 21.90% de los jefes de hogar han cursado más de algún grado de la primaria y el 1.90 % no han tenido acceso a la educación primaria. En el cuadro 25, se muestra los resultados del grado de escolaridad por comunidad.

De los resultados obtenidos a nivel de las comunidades el 84.76 % han tenido acceso a la educación primaria, y el 15.24% no han tenido educación primaria. Siendo la comunidad aldea las Anonas que presenta mejor nivel de educación a nivel primaria con un 23.81% y el caserío las Sahuesitas la que presenta el más bajo nivel en educación primaria.

Cuadro 25. Grado de escolaridad que presentan los jefes familiares de las comunidades que habitan la finca nacional san jerónimo.

LUGAR	VARIABLE	*CLASE	FA**	FR***
ANONAS	ESCOLARIDAD	1	2	0.07
		2	25	0.93
EL DURAZNO I	ESCOLARIDAD	1	3	0.17
		2	15	0.83
GUAJACA	ESCOLARIDAD	1	2	0.13
		2	14	0.88
SAHUESITAS	ESCOLARIDAD	1	7	0.37
		2	12	0.63
SIBABAJ	ESCOLARIDAD	1	2	0.08
		2	23	0.92

\*Nota: Ninguno, 1; Primaria, 2. \*\* Frecuencia Acumulada, FA; \*\*\*Frecuencia Relativa, FR.

## **Números de hijos**

Las familias de las comunidades estudiadas en la finca tienen un promedio de 3.20 hijos/ familia, lo cual es un número elevado por los ingresos tan bajos que perciben los jefes de familia, es por eso, que los hijos abandonan la escuela para trabajar con el padre y así colaborar con el ingreso familiar, al igual que las mujeres se dedican a las labores del hogar.

En la figura 10, se muestra el número de hijos por familia y por comunidad.

### **6.2.6 Otras opciones económicas**

Dentro de las comunidades existen personas que también obtienen ingresos realizando otras actividades que no son agrícolas propias ya que sus producción muchas veces solo alcanzan para cubrir las necesidades familiares.

Donde el 67% de la población de las comunidades se emplea en el departamento, el 44% se emplea en fincas de los municipios de San Jerónimo y Salamá, Baja Verapaz; básicamente en actividades concernientes en la agricultura, los que venden su fuerza de trabajo por medio de personas que los contratan por día, tanto dentro de la comunidad como fuera de ella.

Muchas de las personas al preguntarles de sus otras fuentes de ingresos, no expresan si las realizan pues piensan que si alguien tiene el apoyo de familiares que han emigrado o si el jefe de familia desempeña otras actividades, perderán el apoyo que las ONG´s, municipalidades y otras organizaciones les prevé.

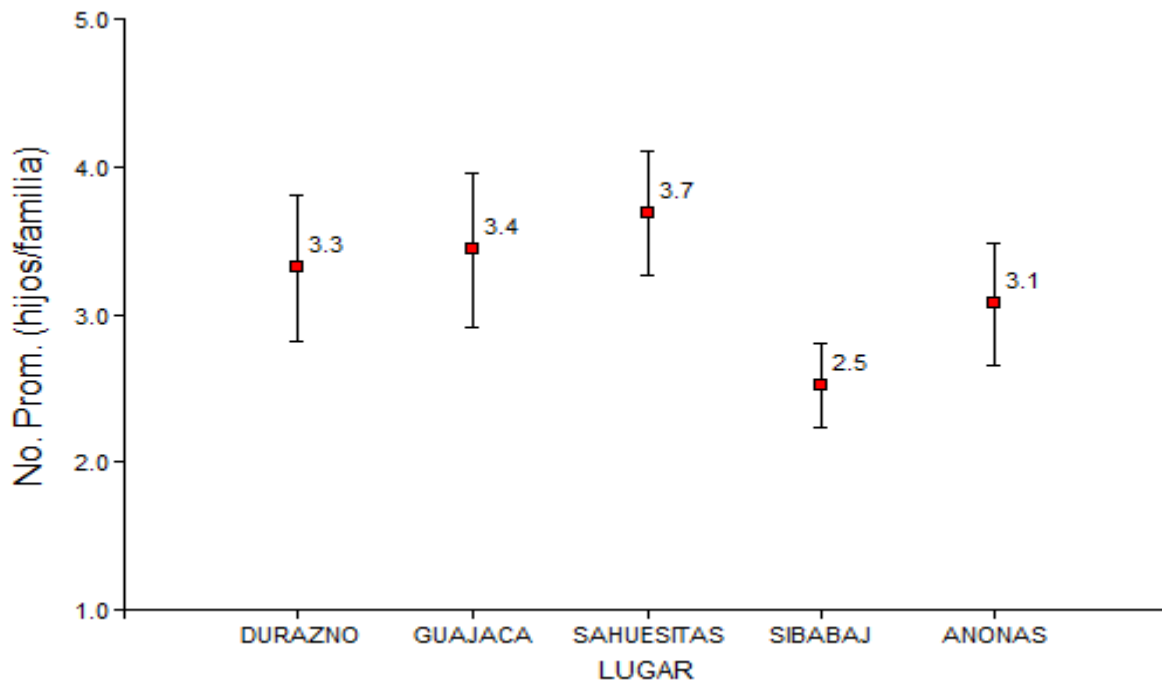


Figura 10. Número de hijos por familia y comunidad.

La comunidad que presenta más número de hijos por familia corresponde a Sahuesitas con un promedio de 3.7 seguido por la comunidad El Durazno I con promedio de 3.3 hijos por familia y la comunidad que menos hijos por familia tiene es Sibabaj con 2.5.

### 6.3. OBJETIVO 3: EVALUAR LA CONFLICTIVIDAD DEL USO DE LA TIERRA ACTUAL DENTRO DE LA FINCA NACIONAL SAN JERÓNIMO

#### 6.3.1. Uso Actual de la Tierra

Actualmente la finca cuenta con diferentes usos, mencionándose entre ellos Bosques Naturales mixtos de Pino y Encino, Tierras en descanso o guamiles, Agricultura anual con cultivos de maíz y frijol, áreas de vivienda e infraestructura.

También se encuentra dentro de la finca algunas áreas que se establecieron con Plantaciones Forestales de Pino y Ciprés, pero que en la actualidad no tienen ningún tipo de manejo.

Para el efecto de este estudio, se prepararon tres clases de uso actual general, aquellas secciones que se encontraban con cobertura de bosque, que se nombró

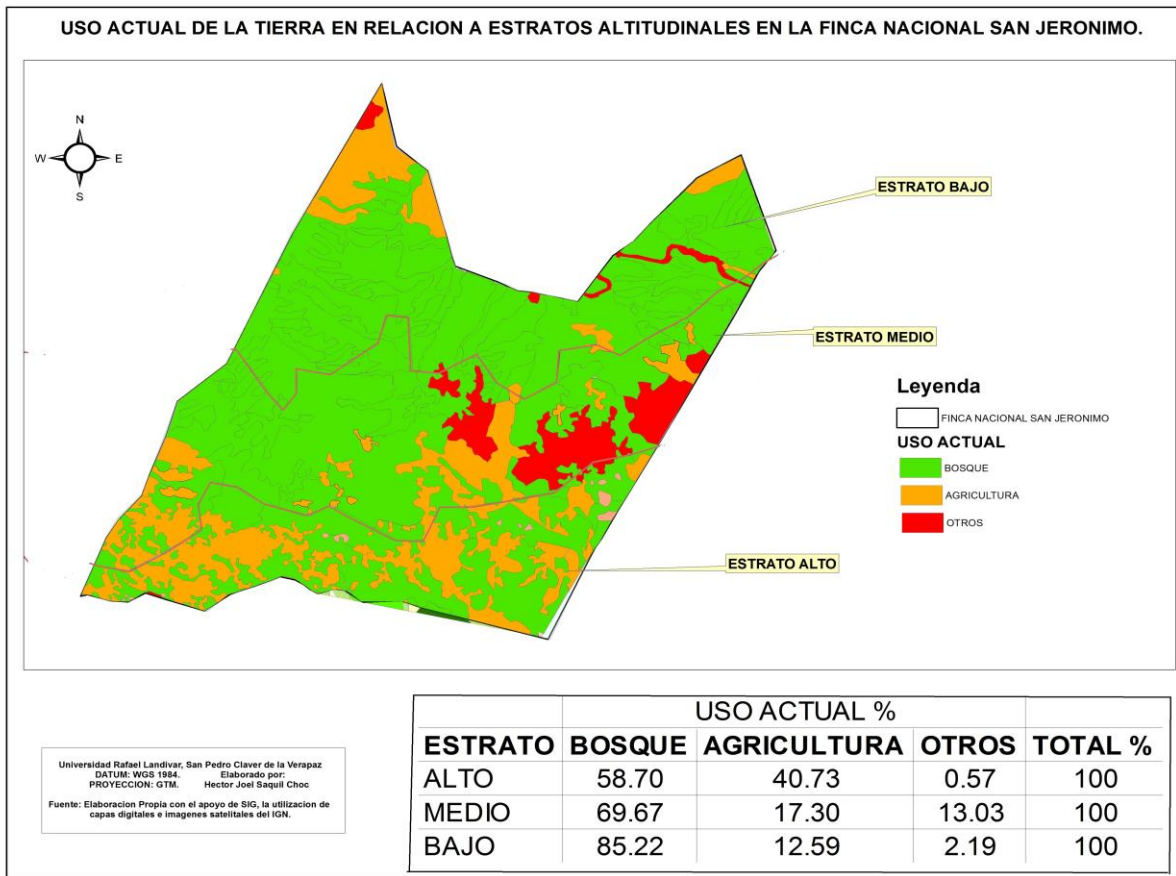
bosques naturales (BN), siendo estos remanentes de masas forestales naturales de ecosistemas típicos de bosques de Pino y Encino, agrupados de esta manera como arboles dispersos (Ad), Bosque ralo (Br), Bosque denso (Bd) y Bosque muy denso (Bmd). El otro grupo de uso son los de uso agrícola, vivienda e infraestructura, encontrando aquí Agricultura Anual (Aa), haciendo referencia a cultivos anuales, principalmente maíz y frijol. Otra categoría en esta clase son los Bosques Sucesionales Bajos (Bb) o bosques secundarios, que incluyen abundancia de especies de hoja ancha y Bosques Riparios (Rp) y las plantaciones sin manejo y a los terrenos que se están recuperando mediante sucesión por el abandono de cultivo en el área como se muestra en el Cuadro 26.

En la figura 11, se muestra el uso actual de la tierra dentro de la finca en relación al estrato alto (mayor a 1600 msnm), el estrato medio (1300 a 1600 msnm) y el estrato bajo (menor a 1300 msnm).

En la figura 12 y 13, se muestra las áreas de la finca según Uso actual de la tierra, lo que se presenta en forma gráfica en el mapa de Cobertura Forestal y Uso Actual de la tierra de anexos 4.

Cuadro 26. Distribución de la Cobertura Forestal y Uso Actual de la Tierra, predominante en la Finca Nacional San Jerónimo

<b>Código de Uso de la Tierra</b>	<b>Uso Actual de la Tierra</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Ad	Arboles Dispersos	192.96	10.57
Bb	Bosque Bajo	9.08	0.50
Bd	Bosque Denso	677.46	37.10
Bmd	Bosque Muy Denso	243.65	13.34
Br	Bosque Ralo	202.36	11.08
Aa	Agricultura Anual	278.97	15.28
Sc	Sin Cobertura	115.31	6.31
Vi	Viviendas e Infraestructura	106.39	5.83
	<b>TOTAL</b>	<b>1826.18</b>	<b>100</b>



\*Agricultura, incluye Cultivos agrícolas anuales, bianuales, áreas dedicadas a Ganadería. \*Otros; la conforma Vivienda e Infraestructura.

Fuente: Elaboración propia, apoyado por la utilización del SIG, capas digitales del MAGA.

Figura 11. Uso actual de la tierra y su relación con los estratos altitudinales en el área de estudio.

De acuerdo a la figura 8, el recurso bosque se encuentra en mayor presencia en el estrato bajo con un 85.22%, sin embargo puede notarse que en el estrato alto es donde más diversidad en el uso actual de la tierra presenta; donde se encuentra con uso de bosque del 58.70% y un 40.73% con uso en la agricultura; importante observar y ligar estos datos en relación a la ubicación de los nacimientos que tienen alta relación en el número de nacimientos en dicho estrato con las actividades dedicadas a la agricultura.



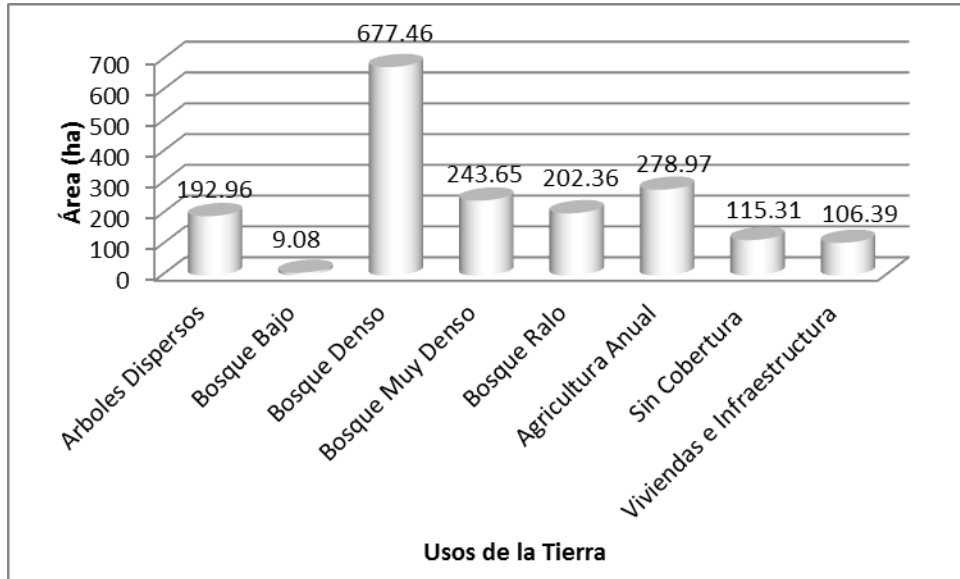


Figura 12. Áreas de la finca según Uso Actual.

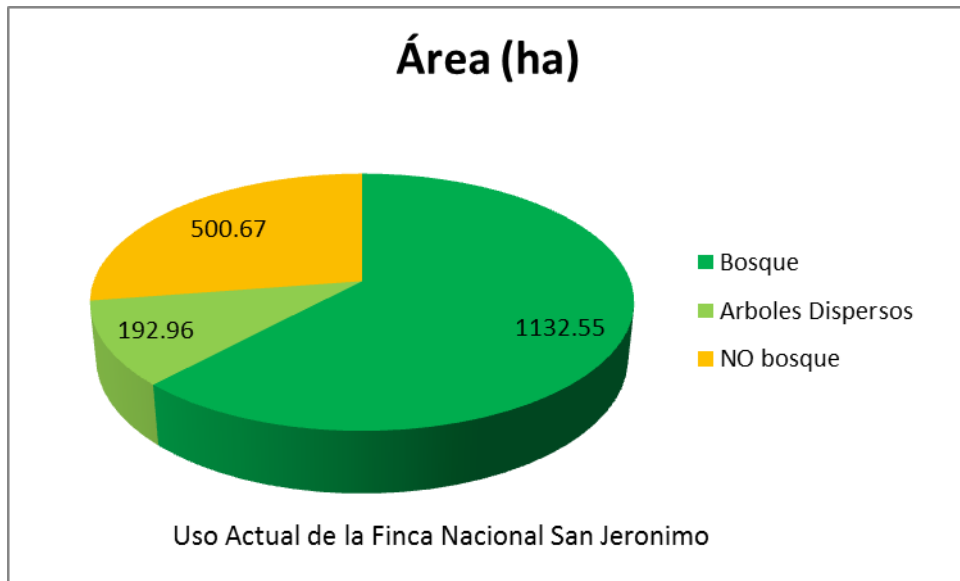


Figura 13. Áreas de la Finca según uso actual.

De acuerdo al cuadro 26 y las figuras 12 y 13, actualmente la finca cuenta con 1,325.51 ha equivalente al 72.58% de cobertura forestal (Bosque y arboles dispersos) y el 27.42% (500.67 ha) están siendo utilizadas como áreas de cultivo, viviendas e infraestructura.

### **6.3.2. Análisis de la fisiografía del área de estudio**

La finca en estudio se encuentra ubicada en la región fisiográfica Tierras Altas Cristalinas, en especial en la fisiografía típica de la región Sierra de Chuacús y gran paisaje denominado superficies planas interiores de Chuacús y Sierra de Chuacús. Estas se extienden en la mayor parte del departamento de Baja Verapaz, la parte sur del departamento de Quiché y la parte Noroeste de El Progreso y que presentan en general las siguientes características:

**Morfografía:** presenta un relieve constituido por laderas de pendientes fuertes (12 a mayor de 55 %) con divisiones angostas y alargadas, que en muchos casos son vertederos. Las diferencias de altura son apreciables en las faldas de las montañas de Chuacús, al norte del gran paisaje, donde las elevaciones son superiores a los 1900 msnm hasta llegar a las planicies del valle de San Jerónimo al sur donde las elevaciones son menores a los 1100 msnm.

**Morfogénesis:** su origen ha sido considerado como producto de una parte de crotón y a la estabilidad tectónica permitiendo que la erosión de las partes altas de la sierra de chuacus diera paso a una deposición de piroclásticos pomáceos y depósitos aluviales.

**Morfocronología:** la edad de estas rocas es compleja, ya que afloran las rocas más antiguas del país pertenecientes al Grupo Chuacus, hay rocas del paleozoica, intrusivas, metamórficas sedimentarias y carbonatos. Hay depósitos pomáceos del cuaternario.

Para el análisis fisiográfico de este estudio, se utilizó la Región Natural, como punto de partida de la Leyenda Fisiográfica, con la finalidad de seguir con la metodología utilizada por el INAB. En el cuadro 27, se presenta la leyenda fisiográfica para la finca, y en Anexo 5 se presenta mapa de la división fisiográfica de la Finca Nacional San Jerónimo.

El cuadro 28, muestra la distribución cuantitativa de los elementos del paisaje identificados en la finca.

Cuadro 27. Leyenda fisiográfica de la Finca Nacional San Jerónimo, San Jerónimo, B.V.

Región Fisiográfica	Región Natural	Zona de vida	Gran Paisaje	Paisaje	Sub paisaje	Código
		Bosque Seco Subtropical	Superficies Planas Interiores de Chuacús	Laderas Escarpadas	Ondulaciones lado Norte	A11
Tierras Altas Cristalinas	Tierras Metamórficas	Bosque húmedo Subtropical (templado)	Sierra de Chuacús	Laderas Escarpadas	Ondulaciones lado Noroeste	B21
				Laderas Accidentadas	Ondulaciones lado Noreste	B22
		Bosque muy húmedo Subtropical (frio)	Sierra de Chuacús	Laderas Degradadas	Ondulaciones lado Sur	B23

Cuadro 28. Distribución espacial relativa de los diferentes paisajes.

Leyenda - Paisaje	Área (ha)	Porcentaje %
Ladera escarpada	856.73	46.91
Laderas Accidentadas	454.22	24.87
Laderas Degradadas	515.16	28.21
<b>TOTAL</b>	<b>1826.18</b>	<b>100</b>

Como se observa en el cuadro 28, la mayor cantidad de superficie de la finca, está compuesta por laderas escarpadas de la parte montañosa de la finca, las que presentan la mayor cantidad de pendientes dentro del terreno.

### 6.3.3. Análisis de factores determinantes y modificadores para la determinación de la capacidad de uso de la tierra

Como resultado del análisis de los factores dentro de la metodología de capacidad de uso del INAB, al momento de determinar la profundidad efectiva del suelo, también se

determinó los factores limitantes o modificadores a las categorías de uso en función de la pedregocidad y el drenaje; se obtuvo la siguiente información.

### Profundidad efectiva del suelo

En la finca en estudio se puede observar que si existe variación en la profundidad efectiva del suelo, basado en la metodología del INAB, por concepto el solum está referido a la máxima profundidad del suelo donde el sistema radicular de las plantas pueden penetrar sin mayores complicaciones y tener como límite de la profundidad, el horizonte R.

En el cuadro 29 y figura 14, se muestra la variación de la profundidad efectiva determinada para dicha área, se presenta de acuerdo a la región natural fue localizada, considerando el concepto de la relación relieve-perfil y el anexo 6, muestra el mapa de clases de profundidad efectiva del suelo de la finca.

Cuadro 29. Profundidad efectiva del suelo de la Finca Nacional San Jerónimo.

Clase de Profundidad	Profundidad de suelo	Área (ha)	Porcentaje
A	Menor a 20 cm.	198.03	10.84
B	20 - 50 cm.	1628.15	89.16
<b>TOTAL</b>		<b>1826.18</b>	<b>100</b>

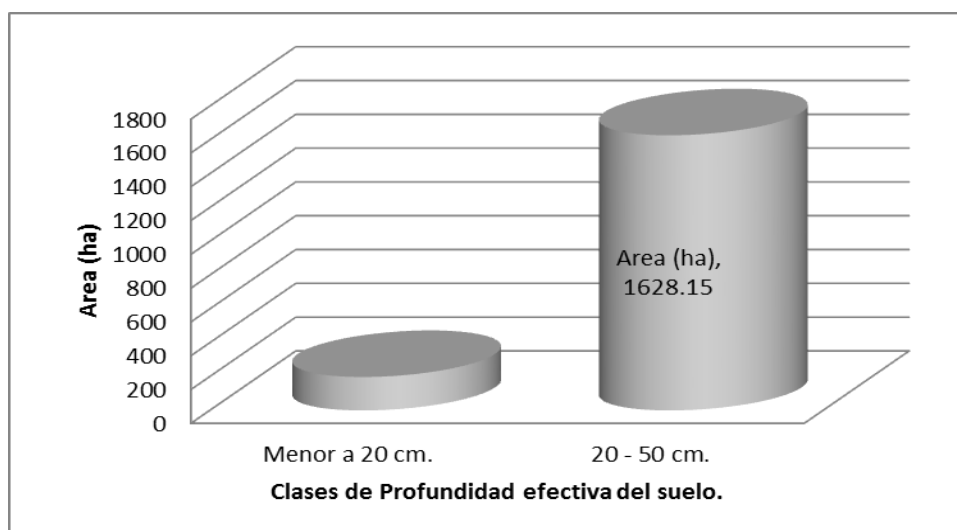


Figura 14. Áreas de la finca en relación a la profundidad efectiva del suelo.

En la finca predominan los suelos de profundidad entre 20 y 50, encontrando el 89.16 % de la superficie de la finca y el 10.84 % con profundidades menores a 20 cm.

### Pendiente del terreno

La topografía de la finca en estudio, presenta un relieve predominante en laderas escarpadas y laderas accidentadas, el cual se muestra en el cuadro 30 y la figura 15.

Cuadro 30. Distribución de pendientes del terreno de la Finca Nacional San Jerónimo.

Clase de Pendiente	Pendiente del Terreno en Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
A	12 - 26 %	492.30	26.96
B	26 - 36 %	837.63	45.87
C	36 - 55 %	465.51	25.49
D	Mayor a 55 %	30.75	1.68
<b>TOTAL</b>		<b>1826.18</b>	<b>100</b>

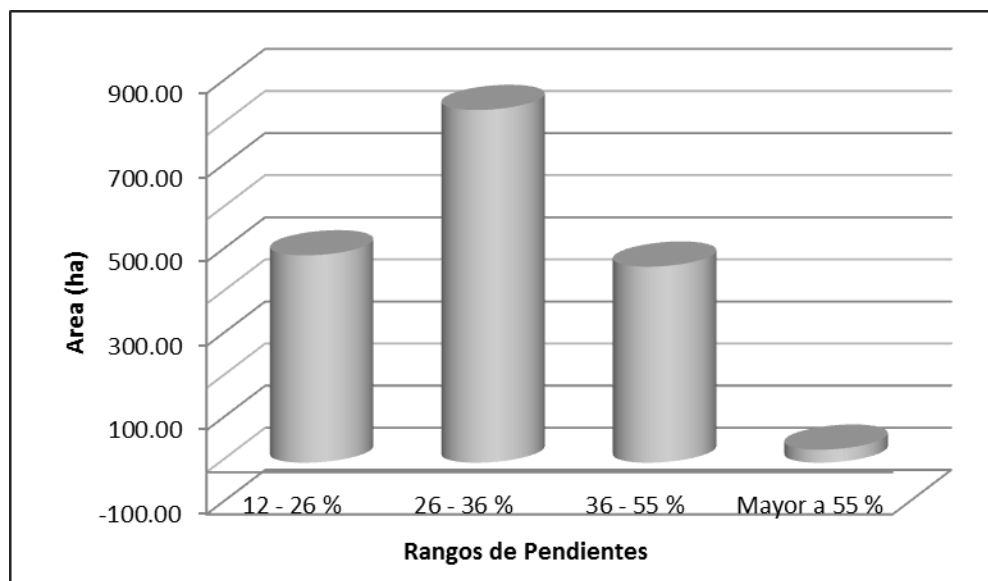


Figura 15. Áreas de la finca en relación a la pendiente.

La finca presenta un 45.87 % del total de la superficie, con pendientes que oscilan entre los 26 a 36 % de pendiente del terreno, de acuerdo a las características de esta región fisiográfica y propia de tierras Altas Cristalinas, lo que se presenta de forma gráfica en el mapa de pendientes del terreno en anexos 7.

### **Pedregosidad del terreno**

Al momento de determinar la profundidad efectiva del suelo, también se determinó el factor limitante o modificador relacionado a la pedregosidad tanto a nivel superficial como a lo interno, en el cuadro 31, se muestra los datos obtenidos.

### **Drenaje del Terreno**

Se realizó de la misma forma en la cual se obtuvo la información relacionada a la pedregosidad, donde al momento de determinar la profundidad efectiva del suelo se realizaron las observaciones pertinentes en relación al drenaje, por lo que No se encontraron indicadores suficientes para determinar el drenaje como limitante dentro de las unidades estudiadas.

Cuadro 31. Distribución de la pedregosidad superficial e interna en el área de estudio.

<b>Clase de Pedregosidad</b>	<b>INDICADORES DE PEDREGOSIDAD EXTERNA E INTERNA</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
A	LIMITANTE	1,098.47	60.15
B	NO LIMITANTE	727.71	39.85
	<b>TOTAL</b>	<b>1826.18</b>	<b>100</b>

De acuerdo a las unidades estudiadas se encontró que el 60.15% del total de la superficie presenta problemas en relación a la pedregosidad tanto a nivel superficial como a nivel interno, lo que se presenta de forma gráfica en el mapa de pedregosidad del terreno en anexos 8.

### **6.3.4. Capacidad de Uso de la Tierra**

En el cuadro 32, se muestran los resultado de la distribución de clases de capacidad de uso de la tierra para la Finca Nacional San Jerónimo, y en la figura 16, se muestran las áreas de la finca en función a su capacidad de uso como también se presenta en el respectivo mapa en el área de anexos 9.

Cuadro 32. Distribución de clases de capacidad de uso de la tierra de la Finca Nacional San Jerónimo

<b>Código de Uso de la Tierra</b>	<b>Clase de Capacidad de Uso de la Tierra</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Aa	Agroforestería con Cultivos Anuales	53.03	2.90
Ss	Sistemas Silvopastoriles	427.85	23.43
Ap	Agroforestería con Cultivos Permanentes	66.27	3.63
F	Tierras Forestales para Producción	694.88	38.05
Fp	Tierras Forestales para Protección	584.15	31.99
<b>TOTAL</b>		<b>1,826.18</b>	<b>100</b>

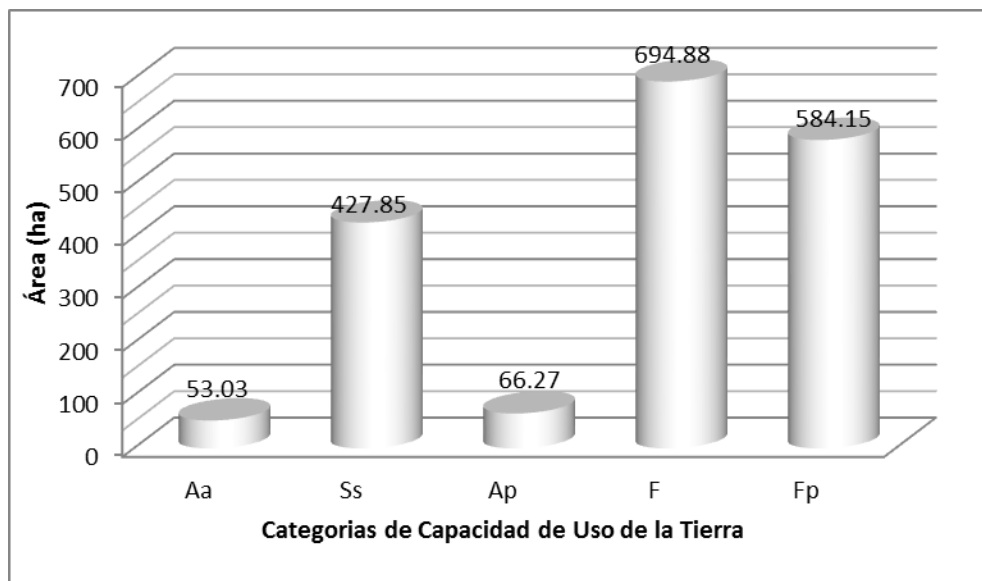


Figura 16. Áreas de la finca en función a su capacidad de Uso.

Con estos resultados podemos observar que alrededor del 3 % de la superficie total de la finca tiene aptitud para dedicarse a cultivos agrícolas asociados con árboles y/o con prácticas agronómicas de cultivo, tomando en cuenta que es necesario hacer un estudio para identificar que cultivos son los más rentables para estas áreas. El 23.43 % de la superficie de la finca tiene aptitudes para la producción de pastos naturales o cultivos asociados con especies arbóreas, debido que se encuentran condicionadas las tierras por su pendiente, profundidad y pedregosidad. El 4 % de la superficie de la finca tiene aptitudes para la producción de cultivos permanentes, en sistemas agroforestales,

debido principalmente a los problemas de pendiente del terreno y a las limitantes de pedregosidad.

Es importante observar que del total de la superficie de la finca, el 70.04 %, equivalente a 1279.03 ha, tienen aptitud de uso Forestal, en función a la metodología de clasificación de uso de la tierra del INAB, agrupada en dos categorías de uso, que son Tierras Forestales para Producción y Tierras Forestales de Protección.

De acuerdo a estos resultados y al mapa de uso actual de la finca en relación a la ubicación de las nacientes de agua y al interés de las comunidades beneficiadas de la misma, se deben implementar sistemas de producción forestal en aquellas clases de uso de la tierra que estén por arriba de su intensidad de uso, siendo este caso las clases de uso Aa, Ss, Ap y F que hacen un total 1,242.03 ha, equivalente al 68.01% de la superficie total de la finca.

A continuación se presenta la descripción de las clases de capacidad de uso encontradas en la finca, con el fin de que sea implementada y tomadas en consideración por las comunidades e instituciones de gobierno para la implementación de los planes de manejo de la finca y realicen actividades de uso de los recursos que esté acorde a su capacidad de uso establecido en este estudio.

- ✓ **Agroforestería con cultivos anuales (Aa):** áreas con limitaciones de pendientes y/o profundidad efectiva del suelo, donde se permite la siembra de cultivos agrícolas asociados con árboles y/o con obras de conservación de suelos y prácticas o técnicas agronómicas de cultivo.
- ✓ **Sistemas Silvopastoriles (Ss):** áreas con limitaciones de pendiente y/o profundidad, drenaje interno que tiene limitaciones permanentes o transitorias de pedregosidad y/o drenaje. Permite el desarrollo de pastos naturales o cultivados y/o asociados con especies arbóreas.



- ✓ **Agroforestería con cultivos permanentes (Ap):** áreas con limitaciones de pendiente y profundidad, aptas para el establecimiento de sistemas de cultivos permanentes asociados con árboles (aislados, en bloques o plantaciones, ya sean especies frutales y otras con fines de producción de madera y otros productos forestales).
- ✓ **Tierras Forestales para Producción (F):** áreas con limitaciones para usos agropecuarios; de pendiente o pedregosidad, con aptitud preferente para realizar un manejo forestal sostenible, tanto del bosque nativo como de plantaciones con fines de aprovechamiento, sin que esto signifique el deterioro de otros recursos naturales. La situación del bosque por otros sistemas conllevaría a la degradación productiva de los suelos.
- ✓ **Tierras Forestales de Protección (Fp):** áreas con limitaciones severas en cualquiera de los factores limitantes o modificadores; apropiadas para actividades forestales de protección o conservación ambiental exclusiva. Son tierras marginales para uso agrícola o pecuario intensivo. Tiene como objetivo preservar el ambiente natural, conservar la biodiversidad, así como las fuentes de agua. Estas áreas permiten la investigación científica y el uso eco turístico en ciertos sitios habilitados para tales fines, sin que esto afecte negativamente a los ecosistemas presentes en ellas.

### **6.3.5. Mapa de Conflictividad de Uso de la Tierra**

La elaboración del mapa de Capacidad de Uso de la Tierra y mapa de Uso de la Tierra (Uso Actual), mediante su respectiva sobreposición, nos dio como resultado el mapa de zonas críticas o de conflictos de uso demostrado en Anexo 10. Analizando los resultados obtenidos y comparando el uso de acuerdo al estudio de Capacidad de Uso de la Tierra que debiera existir, con respecto de él uso actual, nos damos cuenta que áreas en la finca existe un sobre uso de los recursos naturales, especialmente cuando hablamos de suelo, debido a que existe un uso extendido de agricultura en áreas que tienen potencial para uso forestal. A continuación se presenta cuadro 33 y figura 17, donde se aprecian las áreas de zonas críticas o de conflicto, según uso

actual de la tierra; y su respectiva distribución de zonas críticas en base a estratos altitudinales encontradas en la finca como se muestra en la figura 18.

Cuadro 33. Áreas de zonas críticas, según uso actual de la tierra

Clase de Intensidad	CONFLICTIVIDAD DE USO DE LA TIERRA	Área (ha)	Porcentaje
A	USO CORRECTO	792.20	43.38
B	SUB USO	267.9	14.67
C	SOBRE USO	766.08	41.95
<b>TOTAL</b>		<b>1826.18</b>	<b>100</b>

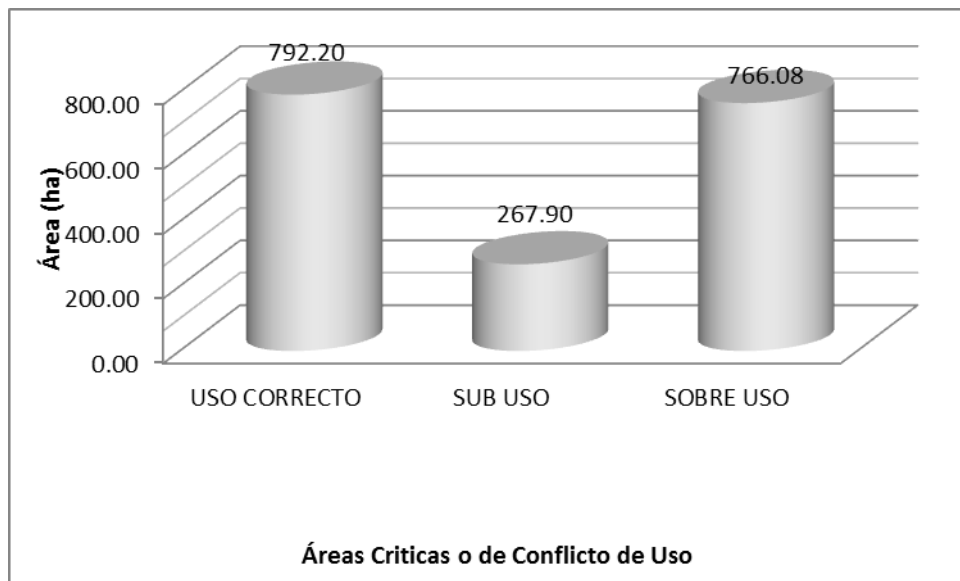
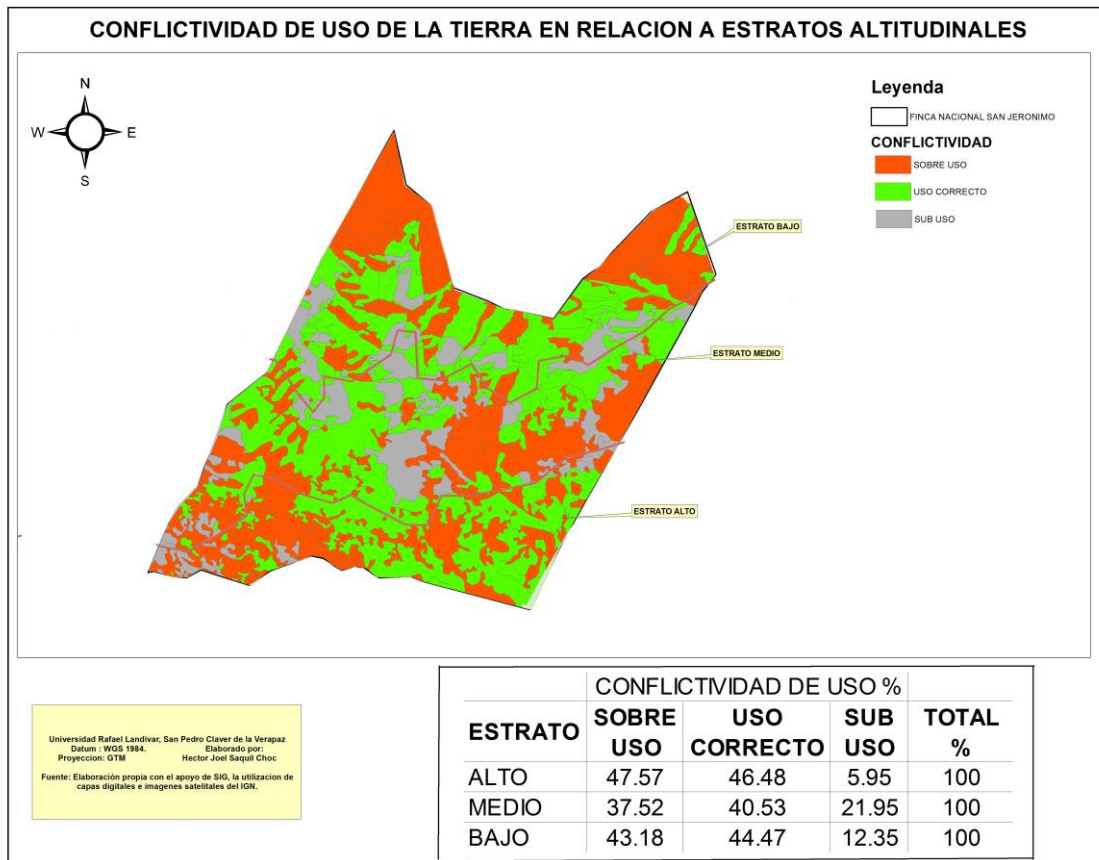


Figura 17. Áreas de zonas críticas, según uso actual de la tierra

Como se observa en la figura 17, que un total de 766.08 ha equivalentes al 41.95 %, están siendo sobre utilizadas, esto debido que actualmente se encuentran establecidos sistemas de producción en áreas que de acuerdo a su capacidad de uso tienen una intensidad mayor a la correcta; un total de 267.90 ha equivalentes al 14.67 %, están siendo sub utilizadas y un total de 792.20 ha equivalente a 43.38 %, están siendo bien utilizadas o su uso es el adecuado, esto debido que en el lugar existe sistemas de producción que debido a sus exigencias están acorde a su capacidad de uso.

En función a estos resultados nos damos cuenta de la importancia de utilizar el estudio de capacidad de uso de la tierra, para garantizar el uso adecuado de los recursos naturales dentro de la finca y contribuir en la productividad actual de la tierra de la finca. Vemos la necesidad de implementar mejoras en los sitios ocupados por la vegetación en proceso sucesional y poder implementar sistemas de recuperación que permitan brindarle cobertura a las áreas que se caractericen como forestales.



Fuente: Elaboración propia con el apoyo de SIG con capas digitales del MAGA.

Figura 18. Áreas de conflictividad de Uso de la Tierra en base a estratos altitudinales en el Área de Estudio.

Como se observa en las áreas de conflictividad de uso, las unidades de tierra que están siendo sometidas a una intensidad de uso mayor a la que soporta en términos físicos, se encuentran distribuidos en la parte Suroeste y Sureste identificado bajo el nombre de estrato alto (mayor de 1600 msnm) de la finca en estudio, y que de acuerdo al mapa de uso actual de la tierra estas áreas son zonas dedicadas a la agricultura

implementadas por las comunidades llamadas Las Anonas, Sahuesitas, El Durazno I y Guajaca y las áreas de pastoreo que utiliza la comunidad Sibabaj ubicada en la parte noroeste de la finca se localiza en el estrato bajo (menor a 1300 msnm) que son áreas sometidas a un uso mayor a su capacidad en términos físicos.

De acuerdo al análisis realizado dentro del presente estudio sobre las fuentes hídricas, se puede observar que las mismas se encuentran ubicadas en las unidades catalogadas en sobre uso, en tal sentido puede inferirse que las zonas de cultivo fueron establecidas en áreas no adecuadas de acuerdo a la capacidad de uso con el fin de mantener la disponibilidad de agua al momento de realizar el riego de cultivos agrícolas y así garantizar sus cosechas.

#### **6.4.1. Discusión de la relación de la caracterización del recurso hídrico, la caracterización socioeconómica y de la conflictividad de uso de la tierra actual dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.**

En base a los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados dentro del estudio, se determina que todos los cuerpos de agua son nacimientos u ojos de agua con forma de afloramiento, y estos se concentran dentro de los estratos altitudinales medio y alto en el área de estudio. Basado en el mapa de uso actual de la finca se determinó que el área ocupada por los dos estratos altitudinales descritos anteriormente el 64.18% es bosque y el 29.01% se dedica a la agricultura y que en ella se localizan espacialmente los nacimientos, lo que es preocupante con aquellos nacimientos de agua ubicados en zonas agrícolas ya que los mismos son utilizados para riego y otros como fuentes de agua potable en las comunidades; existiendo el riesgo de desaparecer aquellos nacimientos de agua que se localizan sin cobertura forestal.

Los cultivos agrícolas implementados en estos estratos altitudinales son totalmente dependientes del agua que se genera en esta zona, el cual también garantiza la producción y cosecha agrícola; lo que podría generarse un plan específico de protección y uso adecuado de estas zonas.

Estas áreas dedicadas a la agricultura anual están poniendo de manifiesto el recurso suelo ya que en base a las capacidades en términos físicos presentan en promedio el 42.75% del área total en sobre uso; estos sistemas de producción deben de manejarse y tratarse bajo arreglos espaciales con especies de cultivos que permitan conservar humedad, mantener la cobertura forestal y de proveer de productos a las poblaciones con el propósito de garantizar la seguridad alimentaria bajo el concepto de evitar la degradación integral de los recursos naturales.

Las variables estudiadas sobre la conflictividad de uso, integradas por el sub uso, uso correcto y sobre uso de la tierra se da a nivel general en el área de la finca; sin embargo esta última variable puede repercutir drásticamente en las propiedades físicas y químicas de los suelos.

El sobre uso de la tierra es frecuente observarlo en los tres estratos altitudinales de la finca, haciéndose más notorio dentro de los estratos medio y alto que en promedio representa el 42.55% del área total de la finca para esta variable, haciéndose aún más notorio el riesgo que implica los sistemas de producción dedicados a la agricultura que demanden fuertes cantidades de agua y buenos suelos en estos estratos.

El sobre uso de la tierra se puede observar en los tres estratos altitudinales dentro de la finca y en base al uso actual de la tierra y los sistemas de producción allí encontrados se determina que puede repercutir a menor escala aquellos cultivos que se encuentran en los estratos bajo y medio ya que son cultivos que no dependen directamente de un afluyente y que no son demandantes o extractores de nutrimentos del suelo, caso contrario lo que ocurre con el sobre uso de la tierra localizada en el estrato alto derivado por los cultivos agrícolas anuales que son demandantes de nutrientes del suelo y demandantes de altas cantidades de agua.

## VII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la Finca Nacional San Jerónimo cuenta con una extensión superficial de 1826.18 hectáreas, misma que representa el 0.76% del área total del municipio de Salamá y el 5.89% del área total del municipio de San Jerónimo, B.V. Donde se identifican 108 cuerpos de agua en forma de nacimientos con características permanentes, que drenan sus afluentes al río San Jerónimo abastecidas por distintas quebradas formadas dentro de la finca que aportan al caudal para la época crítica de 25.48 litros por segundo; la mayor cantidad de nacimientos se localizan en los estratos medio y alto característico de una zona de recarga hídrica.

Se determina que el 89.81% de los nacimientos se localizan en los estratos medio y alto; ubicando 97 nacientes donde la cobertura forestal y áreas dedicadas a la agricultura representan el 50% cada una del área total para esa zona; lo que repercute en el abastecimiento de agua potable para las doce comunidades beneficiadas del recurso.

2. Los principales cultivos a los que se dedican los agricultores dentro de la finca son: maíz, frijol, tomate, güisquil y café. la comunidad que mayor diversidad en la siembra de cultivos presenta es El Durazno I, evidenciándose que es la comunidad más antigua dentro de la finca, logrando con ello establecerse en lugares donde los recursos naturales como el agua y los suelos propicien mejores rendimientos en los cultivos, ya que la producción está directamente relacionado en un 89% de la localización de siembra y que el resto de las comunidades realizan comúnmente en laderas y sin manejo agronómico, sumándole variables como la falta de recursos económicos y al desconocimiento de nuevas técnicas de cultivo como la introducción de nuevas especies con altos rendimientos sin mayores exigencias son condicionantes para que los agricultores no obtengan los mismos rendimientos.

La comunidad de sibabaj es la que más especies forestales utiliza para actividades de agricultura, vivienda, leña y comercialización, en consecuencia a la alta demanda y extracción de la cobertura forestal, los suelos son poco profundos productos de la

erosión que ocasiona al dejar de existir bosque y luego su conversión a zonas de pastos para la ganadería, haciendo que esas áreas sean sobre utilizadas; es fundamental realizar proyectos de restauración para estas áreas con especies de bajo valor comercial y poder calorífico con la finalidad de disminuir la presión sobre el recurso forestal ya que es evidente la utilización de especies con fines de uso para leña como las de *Pinus oocarpa* y *Quercus sp* demandando en promedio de 6.27 y 33.53 m<sup>3</sup> por mes por núcleo familiar.

3. Se definieron ocho categorías de uso actual de la tierra dentro de la Finca Nacional San Jerónimo y que agrupados en bosque y áreas sin cobertura se tienen 1,325.51ha (72.58%) y 500.67 ha (27.42%) respectivamente. Por medio de la evaluación de la capacidad de uso de la tierra se determina que el 69.76% del área soporta en términos físicos la realización de proyectos forestales y su explotación; y el 30.24% tiene condiciones para Tierras forestales de protección. Donde se determinó que dentro de la finca el 36.12% de la tierra está siendo sobre utilizada, el 43.38 % en uso correcto y el 14.67% se encuentra en sub uso.

Esta conflictividad en el uso de la tierra suscitada en la finca, ocasiona que cada vez los recursos naturales pierdan sus condiciones y sus capacidades de regenerarse, debido a la mala utilización de los mismos se propicia que desaparezcan o continúen proveyendo de los servicios prestados a las personas, para garantizar su permanencia de las condiciones del agua y suelo las comunidades deben dedicarse a proteger las zonas de recarga hídrica con especies con alta retención de humedad y dedicar las áreas con cultivos con especies mejoradas y menores exigencias de nutrientes con el propósito de obtener recursos económicos, garantizar la alimentación y la conservación del recurso suelo, agua y bosque.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Para estudios posteriores en el área se recomienda aumentar el número de muestreo realizados, haciendo por lo menos 12 al año, con el fin de tener datos de caudales de todo el año que disminuya el error de las lecturas.
2. Se recomienda que la administración del INAB en acompañamiento por comunidades beneficiadas por el agua e instituciones específicas que velen también por los recursos naturales realicen constantes monitoreos de las actividades que puedan ser desarrolladas en el área de la Finca Nacional San Jerónimo por las comunidades, ya que existe el riesgo de que puedan surgir actividades contaminantes que afecten los cuerpos de agua. Tales como: la disposición de agua servida doméstica, fuentes de contaminación móvil o puntual, etc.
3. Adicionalmente a lo anterior es recomendable que se realicen estudios dirigidos a la calidad de agua para conocer sus propiedades físicas y químicas con el fin de tener la certeza que las comunidades se encuentren ingiriendo agua apta para el consumo humano y así evitar enfermedades.
4. Elaborar un plan de uso del recurso agua con la finalidad de garantizar la calidad y cantidad para las generaciones futuras.
5. Que a través del INAB y los regentes forestales se realice la estratificación del bosque en base áreas productivas para determinar la carga maderable actual del bosque y así prescribir el mejor tratamiento silvícola basado en la calidad del sitio, especies dominantes y pendientes. A través de esta planificación puede determinarse costos de extracciones de la madera y los métodos de regeneración o recuperación de las áreas en la finca. Oportuno recomendar que los planes de manejo consideren realizar métodos de cortas selectivas y raleos para mitigar daños al suelo y la degradación de los bosques en virtud que las áreas de la finca se encuentran nacimientos cercanos a los rodales.
6. Que el INAB a través de los programas de incentivos forestales PINFOR que de acuerdo a su capacidad de uso de la tierra deben ser exclusivamente para protección y también la reforestación de áreas desprovistas que tengan la capacidad para soportar cultivos de especies forestales como también incentivar aquellas áreas con cobertura forestal que puedan ser incluidas al manejo forestal de una manera ordenada y cíclica.



7. Desarrollar planes de capacitación dirigidos a los agricultores de las comunidades que producen en la Finca Nacional San Jerónimo, en busca de mejorar las técnicas y prácticas agrícolas, y así poder construir las bases del conocimiento bajo el lema de “aprender haciendo” realizar talleres prácticos utilizando metodología demostrativa para que las mismas sean aprovechadas por los agricultores.
8. Considerando que la leña es el principal combustible utilizado para cocinar en la comunidad y es un recurso que en la actualidad es escaso se debe capacitar a las amas de casa en la construcción de estufas ahorradoras de leña para reducir el consumo.
9. Promover la actividad pecuaria mediante la introducción de razas mejoradas de vacas, cerdos y gallinas ponedoras para que sean fuente de alimento y de ingresos a las familias de las comunidades.
10. Realizar análisis de educación de las comunidades para detectar las deficiencias y concientizar a los padres de familia de la importancia de que sus hijos tanto hombres como mujeres reciban una educación adecuada. En virtud que la educación primaria, secundaria, media y superior es el pilar para que los pueblos puedan superarse.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (1997). Informe final sobre Estudio del plan maestro de manejo forestal en Baja Verapaz. Guatemala. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. 282p.
- ALBORA, (1999). Estudio Registral y Catastral de la FCA. 166. FOLIO 22 LIBRO 13 primera serie. Guatemala: 90 p.
- Avalos, O. (2008). Determinación de las áreas principales de recarga hídrica natural de la subcuenca del rio belejeyá del municipio de Granados, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala: USAC. 151 P.
- Axpauc, J. (2009). Propuesta de ordenamiento de los recursos naturales en la finca Florencia, Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 151p.
- Custodio, E; Llamas, MR. 2001. Hidrología subterránea. 2 ed. Barcelona, España, Ediciones Omega. V. 1-2. 2350 p.
- Carrera, E. (2002). Caracterización de un modelo de finca para proponer un plan integrado de uso y manejo de la tierra, en el parcelamiento Bethania, La Libertad, Peten. Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlo de Guatemala. 72 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (1992). Pautas para un plan de desarrollo sostenible en un área de uso múltiple de la reserva de biosfera maya. Turrialba, Costa Rica. Proyecto conservación para el desarrollo sostenible en América Central. Turrialba, C.R. 70p.
- Congreso de la República. (1986). Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. CONAMA. Guatemala: 11p.

Congreso de la República. (2002). Código Municipal. Guatemala: 46p.

De la Cruz, J. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. Guatemala: 42p.

FAO (1985). Evaluación de las tierras con fines forestales. Roma, Italia. FAO. 106p.

FAO (1994). Directrices sobre la planificación del aprovechamiento de la tierra. Roma, Italia. FAO. 96p.

Hart, R. (1985). Conceptos básicos sobre agro ecosistemas. Turrialba C.R., CATIE. 124p.

Herrera, I. (1995). Manual de hidrología. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala: 223 p.

Instituto Geográfico Nacional. (1973). Mapa topográfico de Guatemala: hoja cartográfica Salamá, No 1516-IV. IGN, Guatemala. 1p.

Instituto Nacional de Bosques. (2000). Manual para la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso. Guatemala: 96p.

Instituto Nacional de Bosques. (2003). Consideraciones Técnicas y Propuesta de Normas de Manejo Forestal para la Conservación de Suelo y Agua. Guatemala: 34 p.

Instituto Nacional de Bosques. (2002). Proyecto Conservación de Ecosistemas Forestales Estratégicos. Determinación de Áreas de Recarga Hídrica. Manual Capacitación Técnica. Guatemala: 38 p.

Instituto Nacional de Bosques. (2003). Proyecto de Investigación Forestal, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Metodología para la determinación de áreas de recarga hídrica natural. Manual Capacitación Técnica. Guatemala: 106p.

Klingebiel, A. & Montgomery, P. (1961). Land capability classification agricultural handbook 210. USDA, Soil conservation service. Washington, D.C., USA. 92p.

López, E. & González, B. (2007). Fundamentos para la comprensión del muestreo estadístico. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 51p.

Mansilla, W. (2010). Caracterización de las principales fuentes hídricas ubicadas en la finca nacional san Jerónimo, Baja Verapaz. Guatemala: Investigación Técnica. Instituto Técnico en Recursos Naturales. 47p.

De León, A. (2013). Caracterización de los cuerpos de agua superficiales para su aprovechamiento en la finca San Luis Buena Vista, Palin Escuintla. Tesis Ing. Ambiental. Guatemala, Guatemala. 83 p.

Medina, B. & Avalos, O. (2007). Propuesta del plan de monitoreo hídrico climático en la reserva de la biosfera de la sierra de las minas. Guatemala: Fundación defensores de la naturaleza. 17 p.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2001). Libros catastrales: Monografía catastral de San Jerónimo B.V. Guatemala: 63 p.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2001). Base de datos nacional: Curvas a nivel 20m. Guatemala. Esc. 1:50,000. 1CD.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). Evaluación económica de tierras en Guatemala. Guatemala: 7p.

- Motta, E. (2001). Modelo matemático del acuífero de la parte alta de la cuenca del río Guacalate, Chimaltenango y Sacatepéquez. Tesis Maestría. Geología. Guatemala, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 125 p.
- Monroy, J. (2002). Uso actual y potencial de los recursos suelo, agua y bosque del municipio de Santo Domingo Xenacoj, Sacatepequez. Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 64 p.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1995). Guía para la calidad de agua potable. Aograf, España, Vol 1.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1999). Criterios de calidad para fuentes de agua naturales. (en línea) Zurich, Consultado 10 de junio de 2012, de [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/gdwqsp.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwqsp.pdf)
- Panjoj, E. (2006). Propuesta de un plan de ordenamiento de los recursos naturales en santa maría tzejá, Ixcan, el Quiche. Tesis Ing. Agr. Guatemala: USAC. 117 p.
- Ramírez, J. y Roldan, G. (2008) Fundamentos de la limnología neotropical (2da edición) Recuperado el 10 de julio de 2012, de [http://books.google.com.gt/books?id=FA5Jr7pXF1UC&pg=PA10&lpg=PA10&dq=fundamentos+de+limnologia+neotropical&source=bl&ots=hZTx7kVT5-&sig=LkcDKQ\\_7CL8VPKt9YrV36nlw7Vc&hl=es&ei=UX-ASpDnPIWQtge678XiAQ&sa=X&oi=bool\\_result&ct=result&resnum=7#v=onepage&q=&f=false](http://books.google.com.gt/books?id=FA5Jr7pXF1UC&pg=PA10&lpg=PA10&dq=fundamentos+de+limnologia+neotropical&source=bl&ots=hZTx7kVT5-&sig=LkcDKQ_7CL8VPKt9YrV36nlw7Vc&hl=es&ei=UX-ASpDnPIWQtge678XiAQ&sa=X&oi=bool_result&ct=result&resnum=7#v=onepage&q=&f=false).
- Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica; Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo. (1991). Manual de capacitación; análisis de recursos naturales para su integración. Guatemala: 110p.

Simmons, CH, Tárano, JM, Pinto, JH. (1956). Carta agrologica de reconocimiento. Guatemala, Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Esc. 1:50,000. 4 H. Color

Torquebiau, E. (1990). Conceptos de Agroforestería: una introducción, Universidad autónoma chapingo. México. 77p.

URL, IARNA. (2009), Perfil Ambiental de Guatemala 2008-2009: Las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo. 320p.

Villota, H. (s.f.). Sistema CIAF de clasificación fisiográfica del terreno. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala: 94p.

Zelaya, M. (2008). Caracterización de los sistemas productivos agrícolas y servicios desarrollados en la aldea Quimal, San Martín Jilotepeque, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala: 115p.

## **X. ANEXOS**

Anexo 1: Distribución de puntos de medición de los cuerpos de agua y lugar de escorrentía en la Finca Nacional San Jerónimo.

<b>LUGAR DE ESCORRENTIA "QUEBRADA EL JUTE"</b>			
<b>NUMERO DE NACIMIENTO</b>	<b>COORDENADAS GTM</b>		<b>ALTUTUD (msnm)</b>
	<b>X</b>	<b>Y</b>	
1	521301	1660234	1605
2	521341	1660225	1624
3	521381	1660183	1632
4	521302	1660154	1644
5	521503	1660481	1599
6	521692	1660507	1606
7	521889	1660308	1658
8	521921	1660984	1549
9	522144	1659942	1767
10	522502	1660219	1748
11	522377	1660128	1762
12	521796	1660049	1705
13	522107	1660178	1750
14	522110	1660256	1710
15	522134	1660354	1680
16	522441	1660272	1700
17	522339	1660061	1764
18	521479	1660698	1507
19	521610	1660778	1512
20	521653	1660783	1510
21	522228	1660644	1629
22	522270	1660740	1641
23	521987	1661297	1527
<b>23</b>	<b>TOTAL</b>		

<b>LUGAR DE ESCORRENTIA "QUEBRADA SIBABAJ"</b>			
<b>NUMERO DE NACIMIENTO</b>	<b>COORDENADAS GTM</b>		<b>ALTUTUD (msnm)</b>
	<b>X</b>	<b>Y</b>	
1	523749	1660066	1646
2	523548	1660278	1723
3	523020	1660262	1734
4	523150	1660151	1779
5	523095	1660402	1683
6	522894	1660368	1732
7	522820	1660575	1738



8	522658	1661062	1560
9	522701	1661041	1574
10	522797	1660433	1715
11	522981	1660538	1666
12	522529	1661342	1499
13	522285	1661693	1446
14	522082	1661694	1408
15	523486	1660484	1500
16	523688	1660310	1693
17	523732	1660295	1688
18	523811	1660286	1677
19	523990	1660276	1686
20	523832	1660064	1715
21	523912	1660050	1600
22	523887	1660761	1562
23	522739	1662612	1072
24	524262	1660881	1555
25	524500	1660060	1689
26	524475	1660180	1454
27	524472	1660319	1674
28	524459	1660249	1668
29	524196	1660147	1656
30	524124	1660109	1679
31	525096	1659646	1836
32	524855	1659747	1797
33	524766	1659674	1781
34	524399	1660406	1647
35	524360	1660589	1622
36	524366	1660697	1606
37	523589	1661564	1300
<b>37</b>		<b>TOTAL</b>	

---

**LUGAR DE ESCORRENTIA "QUEBRADA EL MANGO"**

---

NUMERO DE NACIMIENTO	COORDENADAS GTM		ALTUTUD (msnm)
	X	Y	
1	524786	1660622	1684
2	524659	1660787	1605
3	524315	1660982	1550
4	524692	1661062	1561
5	524774	1661221	1538
6	524200	1661483	1396
7	524769	1661461	1482
<b>7</b>		<b>TOTAL</b>	

---

**LUGAR DE ESCORRENTIA "QUEBRADA NEGRA"**

---

NUMERO DE NACIMIENTO	COORDENADAS GTM		ALTUTUD (msnm)
	X	Y	
1	526206	1662796	1171
2	526206	1662789	1173
3	526231	1662876	1169
4	526753	1662287	1377
5	526713	1662115	1376
<b>5</b>	<b>TOTAL</b>		

---

---

**LUGAR DE ESCORRENTIA "QUEBRADA LAS MOJARRILLAS"**

---

NUMERO DE NACIMIENTO	COORDENADAS GTM		ALTUTUD (msnm)
	X	Y	
1	524935	1660646	1648
2	524989	1660640	1664
3	525035	1660587	1683
4	525073	1660551	1694
5	525269	1660082	1811
6	525151	1659913	1783
7	524920	1660356	1679
8	525429	1660918	1668
9	525783	1660731	1721
10	525884	1660523	1771
11	525719	1660295	1807
12	525783	1660728	1743
13	525679	1660059	1814
14	525449	1660250	1768
15	525278	1662070	1260
16	525282	1662059	1264
17	525219	1662023	1248
18	525155	1661744	1325
19	525150	1661742	1331
20	525400	1662101	1267
21	525403	1662098	1261
22	525402	1662093	1260
23	525395	1662093	1262
24	526004	1660716	1714
25	525869	1661231	1583
26	525504	1661110	1603
27	525656	1660846	1672
28	526170	1661241	1507
29	526365	1661681	1448
30	525775	1661470	1505

31	525624	1661564	1487
32	525560	1661311	1560
33	525454	1660952	1627
34	525142	1660837	1622
35	525430	1660602	1712
36	524834	1661755	1409
<b>36</b>		<b>TOTAL</b>	

Anexo 2: Boleta de Caracterización; encuesta estructurada, realizada en las comunidades dentro y fuera de la Finca Nacional San Jerónimo.

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR  
SAN PEDRO CLAVER DE LA VERAPAZ.  
INGENIERIA FORESTAL.**

ENTREVISTADOR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

**I. DATOS GENERALES:**

Nombre y Apellido:	Edad: _____ años	Sexo: M/F	Estado civil: Casado(a)/Soltero(a)/Viudo(a)
Dirección Municipio: Aldea: Caserío			Años de Permanencia:
Profesión principal:  a. Agricultor en terreno propio b. Agricultor en terreno arrendado c. Agricultor jornalero d. Otros.		Profesión secundaria: Empleo: Finca: Q. _____ Municipio: Q. _____ Departamento: Q. _____ Otros: _____ Q. _____ Cuánto Gasta? Mes Q. _____ Año Q. _____	
Estudios cursados: a. Ninguno b. Primaria c. Secundaria d. media e. Superior			
Etnia:			



**4. ¿Ha tomado alguna medida contra la reducción de la producción?**

**Si** \_\_\_\_\_

**NO** \_\_\_\_\_

<p>Concretamente, ¿Cuáles fueron las medidas tomadas?</p>	<p>a. Dejo descansar las tierras por _____ años. b. Fertilización (productos químicos, estiércol, abono verde. c. creación de terrazas d. creación de surcos a lo largo de las curvas de nivel. e. creación de bosques rompe vientos f. otros</p>	<p>¿Cuál fue el motivo por el que no tomo ninguna medida?</p>	<p>a. falta de recursos económicos. b. falta de técnicas c. falta de tiempo d. falta de mano de obra e. otros.</p>
---	---	---	--

5. ¿Cuáles fueron las cosechas, superficie de cultivo y producción del último año?

CULTIVOS	SUPERFICIE DE CULTIVOS (ha, mz, cds)	Producción (kg, cajas, L, No cabezas, sacos, racimos, quintales, TM).	Destinos de la cosecha		Precio de venta (Q.)
			Consumo propio (%)	Ventas (%)	
Maíz					
Frijol					
Ayote					
Tomate					
Güisquil					
Café					
Cardamomo					
Papa					
Brócoli o repollo					
Banano o platanos					
Caña de azúcar					
Cítricos					
Otros					

**6. ¿Cuál es el ganado que usted posee?**

tipo	Número de cabezas			Precio de venta (Q./cabezas)	Lugar de la crianza (marcar con una "X")															
	total	Para el consumo propio	Para la venta		Bosques			Pastizales			Establo			Alrededor de la vivienda			Otros			
*					ha	mz	cds	ha	mz	cds	ha	mz	cds	ha	mz	cds	ha	mz	cds	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				

\* 1. Cerdos

\* 2. Ganado engorde

\* 3. Ganado lechero

\* 4. Ganado de crianza

\* 5. Ganado equino.

\* 6. Ganado caprino.

\*7. Ganado ovino.

\* 8. Conejos.

\*9. Gallinas

\*10. Apiarios.

\* 11. Otros.



### III. SOBRE LA PRODUCCION DE LEÑA Y DEL CARBON VEGETAL:

¿En caso de carbón?

- a. Volumen de producción \_\_\_\_\_ sacos \_\_\_\_\_ especie  
b. Precio de venta Q. \_\_\_\_\_

¿En caso de leña?

- a. volumen de producción \_\_\_\_\_ M3 \_\_\_\_\_ especie.  
b. Precio de venta Q. \_\_\_\_\_

### IV. SOBRE EL USO DE ESPECIES MADERABLES:

¿Realiza algún tipo de aprovechamiento forestal dentro de la Finca Nacional San Jerónimo?    Sí \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

#### Cuál es la especie Preferida?

Ciprés común	Pino maximinoi	Pino montesumae	Pino oocarpa
Pino tecunumani	liquidámbar sp	Encino blanco	otros

#### Cuál es el Uso que le da?

Vivienda    Leña    Comercialización    Agricultura    Otros

#### Precios de Venta?

Carga Q \_\_\_\_\_ Carreta Q \_\_\_\_\_ Pie tablar Q \_\_\_\_\_ M<sup>3</sup> Q \_\_\_\_\_

Anexo 3: Resultados de aforos de las fuentes de agua en función a su lugar de drenaje dentro de la Finca Nacional San Jerónimo.

Quebrada el Jute

Lugares beneficiados	Fuente, Nombre y Ubicación	Caudal Total (l/seg)	
		Época Seca	Época Lluviosa
	Los regadíos o la limita	0.04	0.11
Sin Uso	Los regadíos o la limita	0.12	0.16
	Los regadíos o la limita	0.15	0.44
	El cipresal y tierra colorada	0.07	0.26
	El cipresal	0.24	0.31
	El aguacate	0.05	0.23
Caserío Sahuesitas	La naranja	0.42	1.55
	El baral	0.1	0.64
	Las flores	0.23	1.06
Aldea Las Anonas	Bijagua	0.39	0.65
	La naranja	0.05	0.19
Sin Uso	Tierra colorada	0.39	0.42
Aldea Las Anonas	El aguacate o las flores	0.06	0.29
	El aguacate o las flores	0.1	0.37
Sin Uso	La naranja o las flores	0.2	0.3
Aldea Las Anonas	La naranja o las flores	0.11	0.34
	Don pedrito	0.12	0.2
	El coralito - cipreson	0.07	0.17
	La beguita	0.08	0.19
Sin Uso	La beguita	0.1	0.15
	Peña negra	0.39	1.14
	Peña negra	0.15	0.33
	Ojo de agua	0.13	1.81

Quebrada Sibabaj.

Lugares beneficiados	Fuente, Nombre y Ubicación	Caudal Total (l/seg)	
		Época Seca	Época Lluviosa
	El charcón	0.07	0.79
Santa Marta	El cartuchal	0.04	0.66
	El pastor	0.36	0.98
	El pastor	0.05	0.14
El tunal	El camotal/ el pastor	0.14	0.65
Sin Uso	área el pastor	0.19	0.23
El tunal	área el pastor - el aguacate	0.06	0.18
	área el negrito	0.07	0.32
	área el negrito	0.02	0.22
	área el pastor	0.19	0.36
Sin Uso	área el pastor	0.20	0.36
	área el camotal	0.02	0.85
	área el cujal - ojo de agua	0.04	1.51
	área la lima	0.06	0.09
	área el matazano - el pastor	0.01	0.10
	área el charcón	0.06	0.67
	área el charcón	0.12	0.19
Agricultura	área el charcón	0.18	0.26
	área el charcón	0.07	0.17
	área el charcón	0.12	1.53
	área el charcón	0.03	0.52
	área el aguacate	3.13	3.31
Sibabaj	área los quirambales	3.52	3.63
	área camino real	0.17	1.28
	área la quebrada la naranja	0.02	1.58
	área camino real - matias	0.18	2.47
	área camino real	0.12	0.79
	área camino real - pedro tambor	0.20	0.76
	área el aguacate - Ubaldo Camey	0.08	1.06
	área el aguacate - gilberto	0.08	1.05
Agricultura	área las torres	0.16	2.25
	área la quebrada de agua	0.19	1.04
	área la quebrada de agua	0.25	0.80
	área el aguacate	0.05	0.99
	área camino real	0.02	1.19
	área camino real	0.01	0.44

área los tecomates	0.19	0.45
--------------------	------	------

Quebrada El mango.

Lugares beneficiados	Fuente, Nombre y Ubicación	Caudal Total (l/seg)	
		Época Seca	Época Lluviosa
		Sin Uso	área oojaca
	área oojaca	0.21	0.37
	área camino real	0.13	0.30
	área oojaca - tamasa	0.05	1.55
Agricultura	área oojaca	0.24	0.36
	área el guayabal	0.02	0.18
	área oajaca	0.11	0.16

Quebrada Negra.

Lugares beneficiados	Fuente, Nombre y Ubicación	Caudal Total (l/seg)	
		Época Seca	Época Lluviosa
		El Cacao	Área Las Mojarrillas
	área las mojarrillas o nacimiento debajo las piedras	0.48	0.73
El Durazno I	área el portón de ingreso a la finca	0.02	0.69
	área el portón de ingreso a la finca	0.03	0.28

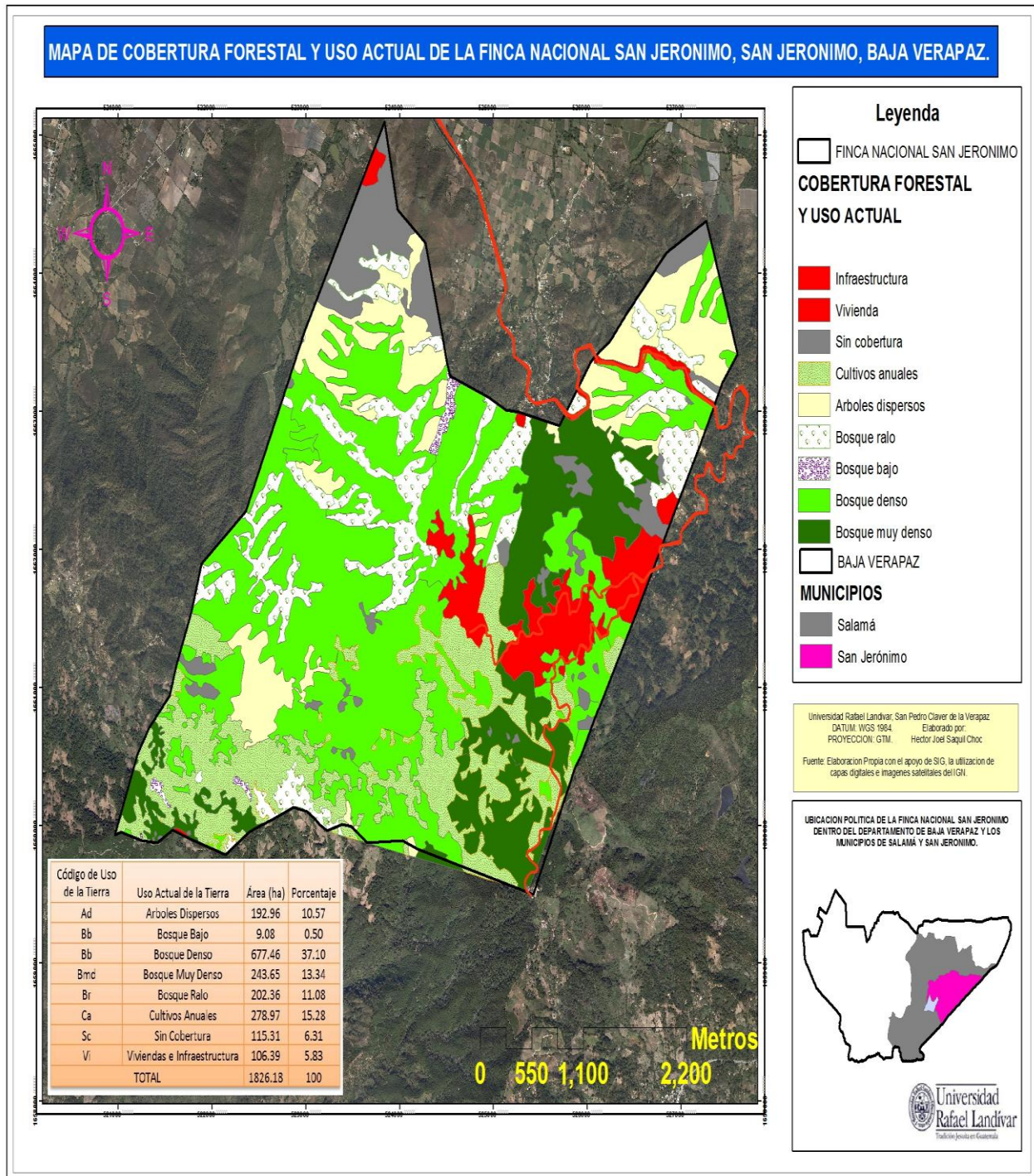
\*El dato del caudal para las dos épocas monitoreadas corresponde a dos nacientes u ojos de agua, esto se debe que en el lugar, la estructura existente para la captación del agua no permitió realizar lecturas individuales, realizando el monitoreo en el tanque de distribución.

Quebrada Las Mojarrillas.

Lugares beneficiados	Fuente, Nombre y Ubicación	Caudal Total	
		(l/seg)	
		Época Seca	Época Lluviosa
Caserío Guajaca	área el malangal	0.05	0.05
	liquidámbar	0.02	0.06
Sin Uso	el aguacate	0.41	1.43
	el aguacate	0.19	0.55
Caserío Guajaca	liquidámbar	0.24	0.48
	área la naranja	0.08	5.49
Sin Uso	área la naranja	0.47	3.87
	área el rodal	0.23	0.27
	área del anona	0.04	0.07
El Durazno I	área el volcán	0.12	0.34
	área el cipresal	0.37	1.41
	área el anona	0.04	0.17
	área el cipresal	0.04	1.47
Agricultura	el charcón	0.80	5.39
	El Limar	1.58**	3.34**
San Juan, Los Pinos Y Santa Catarina		1.41	1.46
	área el limar	0.82	1.17
El Durazno I, Sector I		0.46	0.49
		0.74	0.88
	área el volcán - patricio	0.22	1.09
Sin Uso	área bajo la iglesia el durazno I	0.02	0.15
	área de la escuela el durazno I	0.10	0.24
El Durazno I	área el volcán	0.21	0.66
	área los Pérez	0.06	1.77
	área de don braulio	0.11	1.23
	área de doña susana bino	0.04	0.22
	área de don fidel	0.01	0.13
Sin Uso	área de don german	0.08	1.03
	área la escuela	0.04	0.77
	área don matilde	0.01	0.04
Agricultura	área el matazano	0.10	1.07
	área oajaca	0.07	0.09

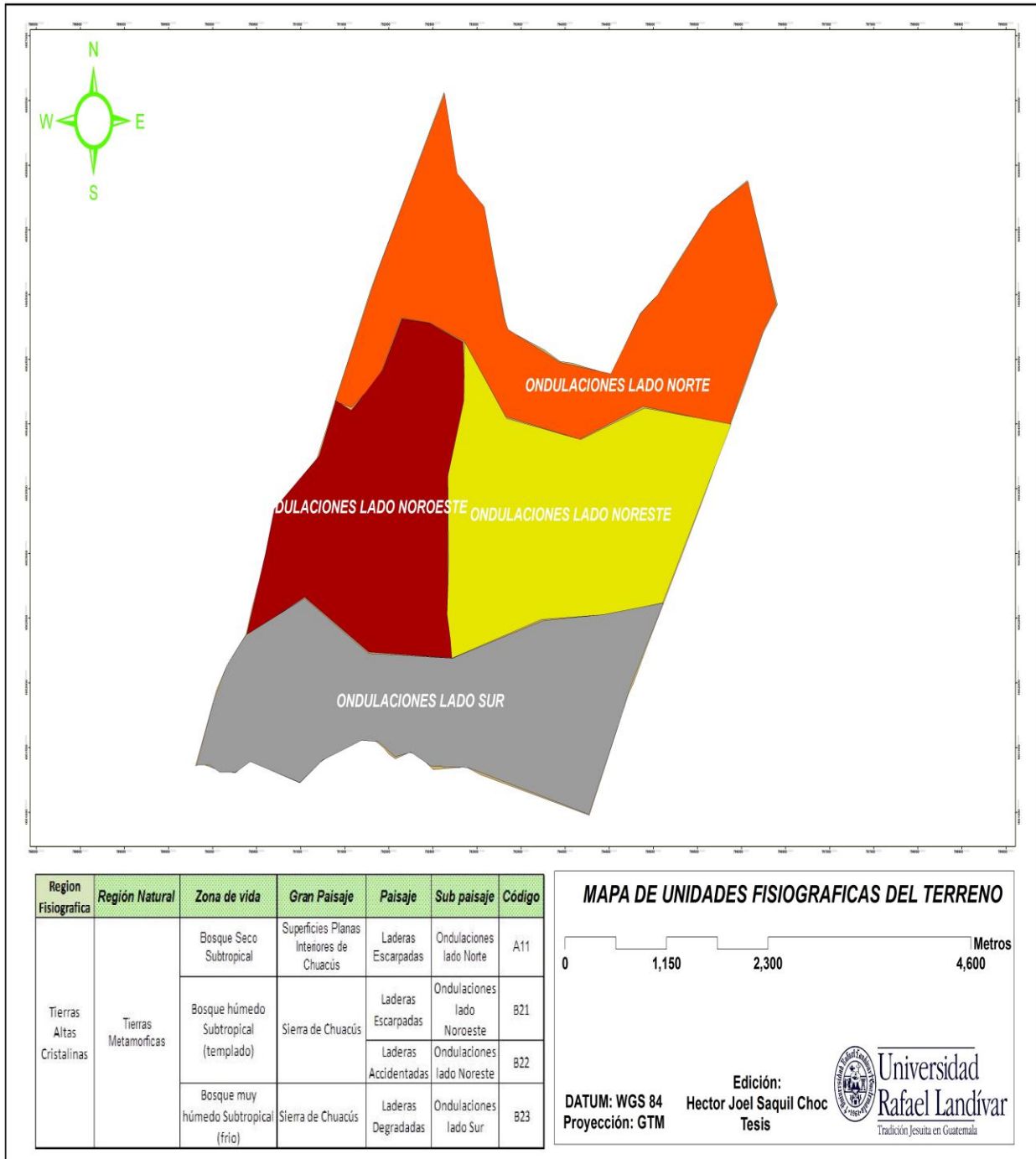
\*\*El dato del caudal para las dos épocas monitoreadas corresponde a cinco nacientes u ojos de agua, esto se debe que en el lugar la estructura existente para la captación del agua no permitió realizar lecturas individuales, realizando el monitoreo en el tanque de distribución.

## Anexo 4: Mapa de Uso Actual de la Tierra en la Finca Nacional San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia con el apoyo del programa SIG, capas digitalizables del MAGA e IGN.

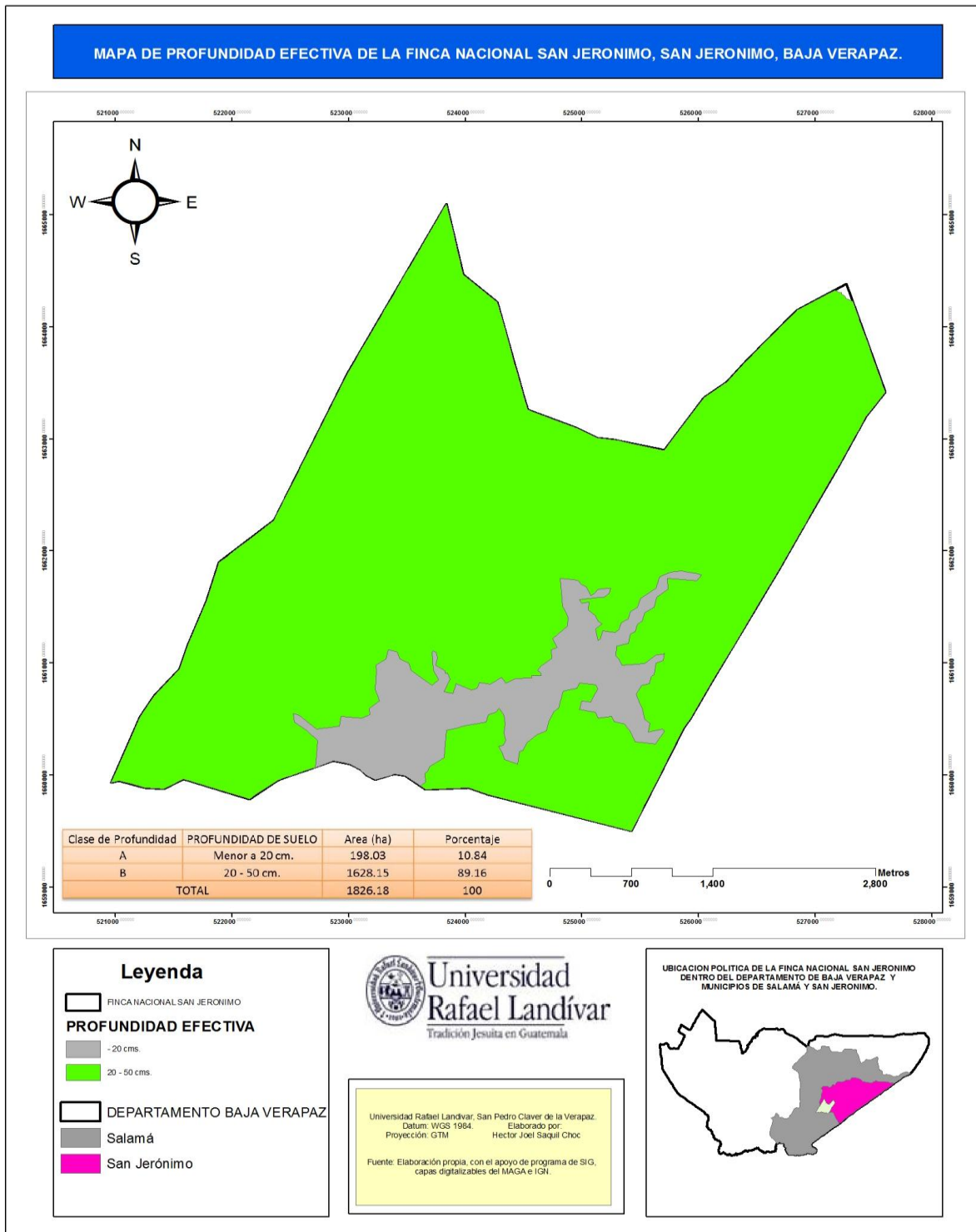
Anexo 5: Mapa de división fisiográfica de la Finca Nacional San Jerónimo.



Fuente: Elaboración propia con el apoyo del programa SIG, capas digitalizables del MAGA e IGN.



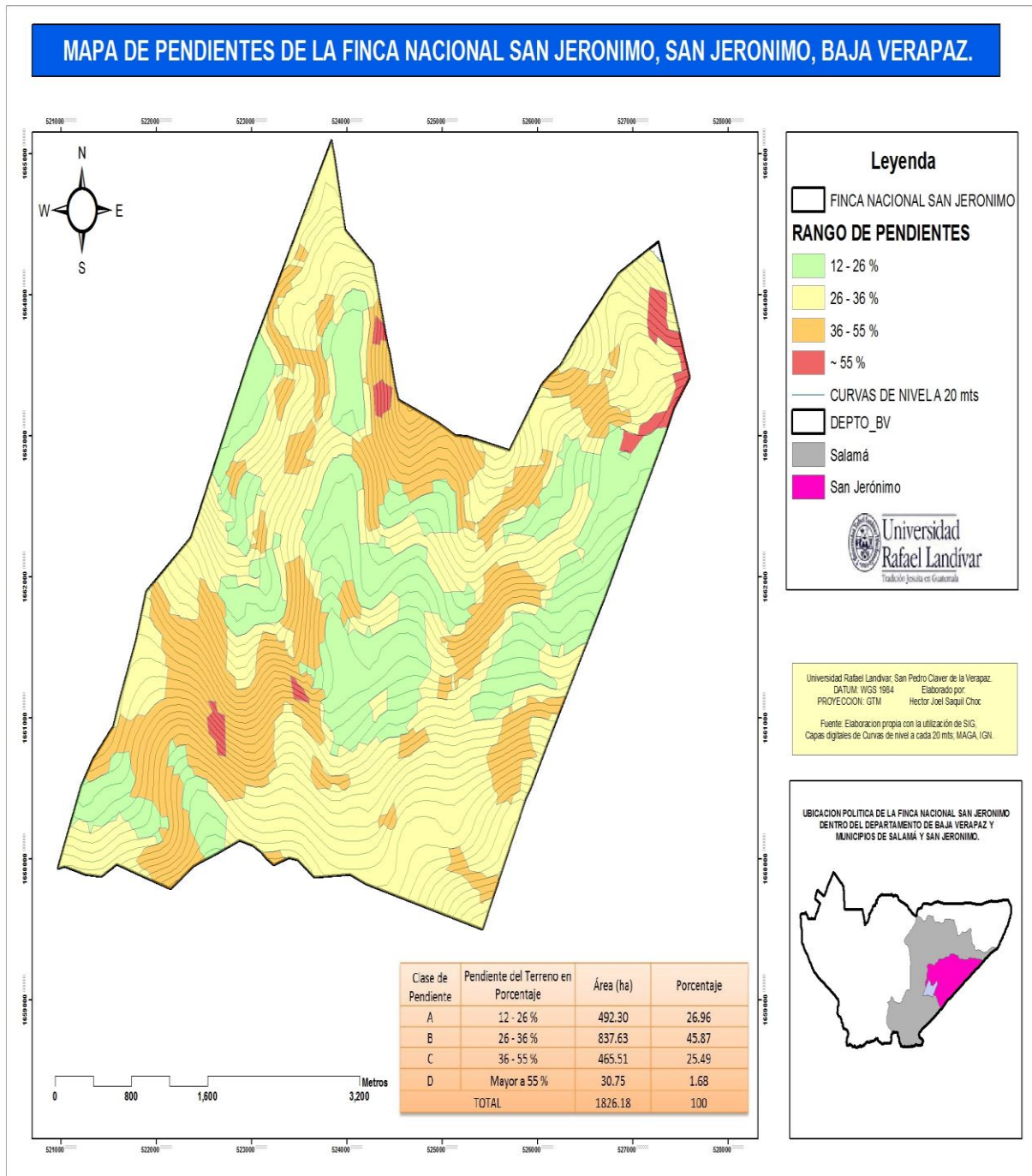
Anexo 6: Mapa de clases de profundidad efectiva del suelo de la finca.



Fuente: Elaboración propia con el apoyo del programa SIG, capas digitalizables del MAGA e IGN.

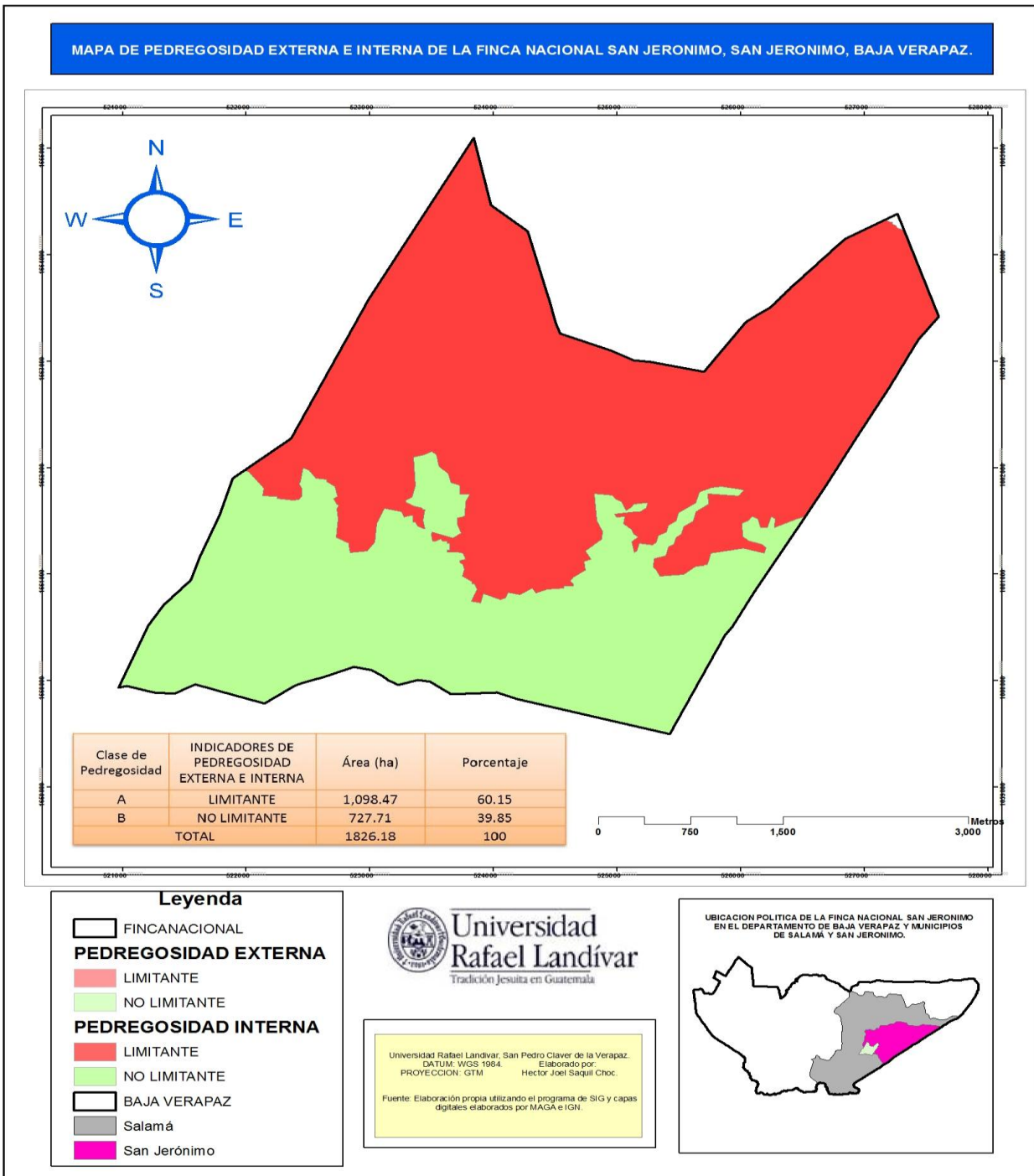


Anexo 7: Mapa de pendiente del área en estudio.



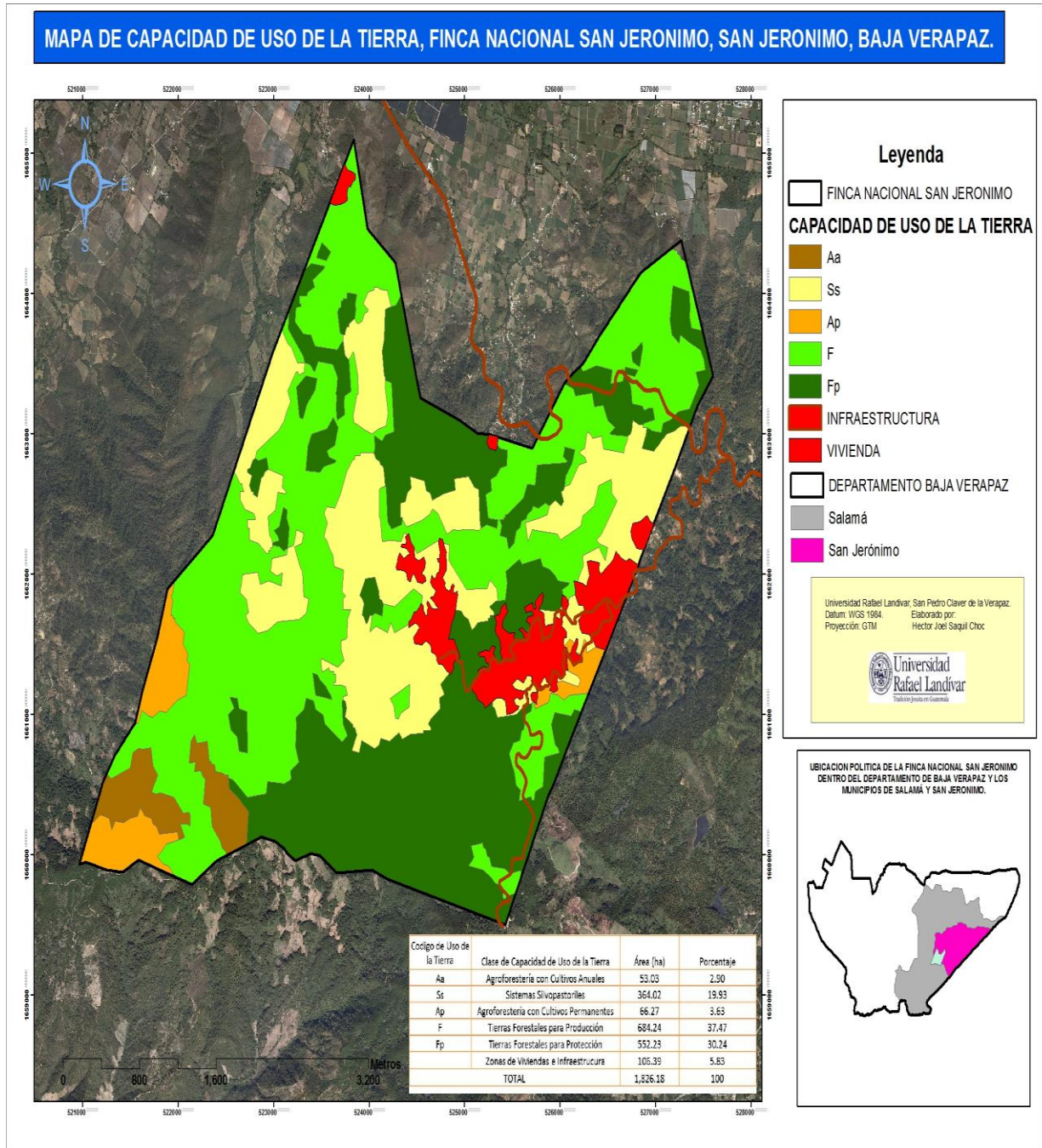
Fuente: Elaboración propia con el apoyo del programa SIG, capas digitalizables del MAGA e IGN.

## Anexo 8: Mapa de pedregosidad de la Finca Nacional San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia con el apoyo del programa SIG, capas digitalizables del MAGA e IGN.

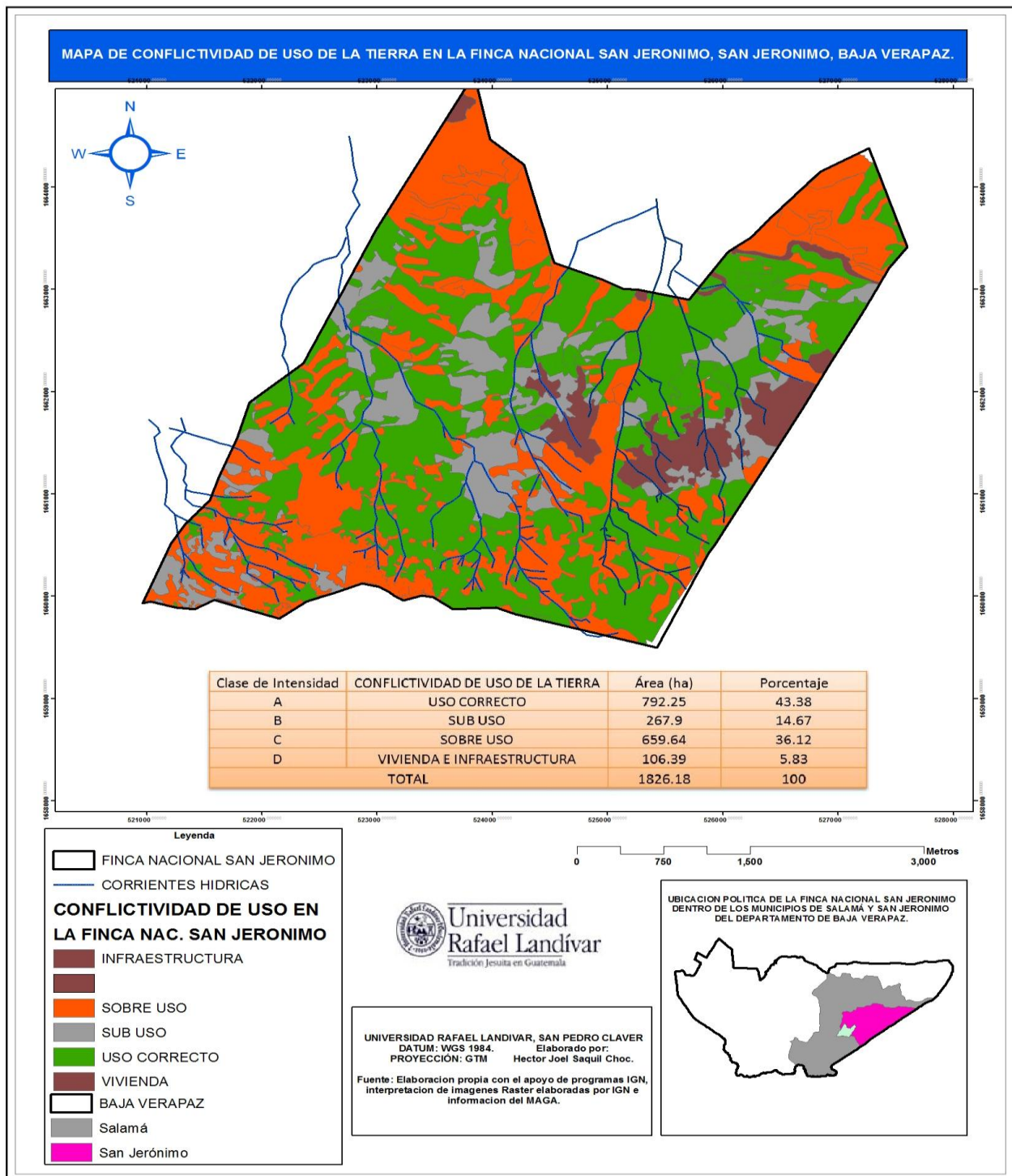
## Anexo 9: Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra de la Finca Nacional San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia con el apoyo del programa SIG, capas digitalizables del MAGA e IGN.



Anexo 10: Mapa de Conflictividad de Uso de la Tierra en la Finca Nacional San Jerónimo



Fuente: Elaboración propia con el apoyo del programa SIG, capas digitalizables del MAGA e IGN.