

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RECARGA HÍDRICA EN LA MICRO CUENCA RINCÓN DE LA VITORIA PROVINCIA MÉNDEZ - TARIJA

Hiza Sánchez Edwin Fernando

Laboratorio de SIG "Sistemas de Información Geográfica" Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

edwinhiza@hotmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de identificar las zonas de recarga hídrica potencial de la sub cuenca del río La Vitoria, La metodología aplicada en el área de estudio permitió obtener resultados en corto tiempo y a bajo costo, definiendo rápidamente las áreas con potencial de recarga hídrica. A través de las variables propuestas por la ecuación de Mathus Silva (2009), entre ellas la pendiente del terreno, tipo de suelo, tipo de roca, uso de la tierra y cobertura vegetal, se realizó el análisis de los resultados para definir las zonas potenciales de recarga hídrica en la sub cuenca. Como resultado de un análisis de campo y el cruce de cada variable evaluada se obtuvo un mapa cartográfico que detalla las zonas de recarga hídrica según su potencial; en el mismo se ubican áreas con un potencial alto, moderado o bajo.

A partir de la metodología aplicada se obtuvieron datos de potencial alto y moderado de recarga hídrica en la mayor parte del territorio en la microcuenca del Rincón de La Vitoria.

PALABRAS CLAVE

Recarga hídrica potencial, Factores biofísicos, Infiltración, Geomática

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el INAB (2005) las zonas de recarga hídrica son territorios con capacidad de infiltrar de forma natural el agua procedente de la precipitación o escorrentía superficial, y con ello, permiten alimentar a los acuíferos donde los flujos subterráneos se desplazan horizontalmente hacia los diferentes cuerpos de agua como lagos, ríos, manantiales y océanos.

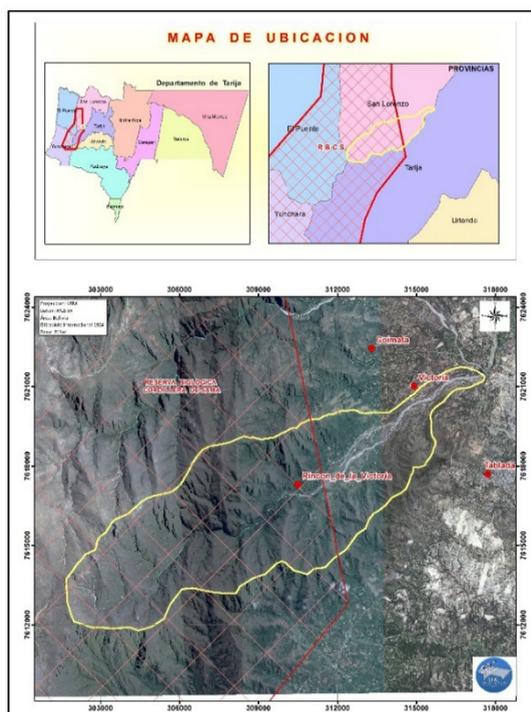
Existen diferentes factores biofísicos que se interrelacionan para determinar la zona de recarga hídrica como el clima, zona de vida, estratos geológicos, usos de la tie-

rra, tipo de roca, la presencia de cobertura forestal, topografía, etc. Por lo tanto, esto se reflejará en el volumen de agua que posea el acuífero y el estado de los cuerpos de agua circundantes a estas zonas.

La importancia de zonas de recarga recae en que son fuentes principales para obtener agua dulce alrededor del mundo y juegan un papel transcendental dentro del ciclo del agua. Asimismo, realizar su identificación, protección y conservación asegurará el bienestar de todo ser vivo y del desarrollo económico en la ciudad de Tarija.

Existen diferentes metodologías para realizar la identificación de zonas de recarga hídrica que se basan en elementos cuantitativos y cualitativos. Para el presente estudio se utiliza la metodología participativa del CATIE con la finalidad de generar información certera del área de estudio que permita identificar las zonas de recarga hídrica potencial de la sub cuenca del río La Vitoria utilizando variables biofísicas espaciales.

Descripción del área de estudio.



La sub cuenca del río La Vitoria está ubicada 10 km al Oeste de la ciudad de Tarija, ocupa una superficie de 60.7 km², el río La Vitoria se considera un afluente del río Guadalquivir.

Según datos de COSAALT, 2007 el Rincón de La Vitoria tiene un caudal máximo de 334 l/s, mínimo de 90 l/s y promedio de 230 l/s; dos obras de captación a 12 km al oeste de la ciudad a una altura de 2200 msnm, presa de derivación: Rincón de La Victoria del año 1989.

La parte alta de la sub cuenca La Vitoria está sujeta a protección estricta, no permitiéndose actividades agrícolas o ganaderas aguas arriba de las tomas de agua siendo éstas parte de la Reserva Biológica Cordillera de Sama.

Su pendiente es escarpada 50 – 60 % de forma irregular, la pedregosidad superficial es mucha de 40%, el drenaje

superficial es rápido, la erosión hídrica es de grado ligero (Molina J., Herbas C., Mendoza J., 2002).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó la base conceptual de la metodología participativa para la identificación de zonas de recarga del CATIE (2010). El estudio se basa en la ecuación propuesta por Mathus Silva (2009) que considera cinco elementos con diferentes ponderaciones asignadas:

$$ZR = 0.27(Pend) \pm 0.23(TS) \pm 0.12(TR) \pm 0.25(Cve) \pm 0.13(US)$$

- Pend: Pendiente y microrrelieve
- TS: Tipo de suelo
- TR: Tipo de roca
- Cve: Cobertura vegetal permanente
- US: Usos del suelo

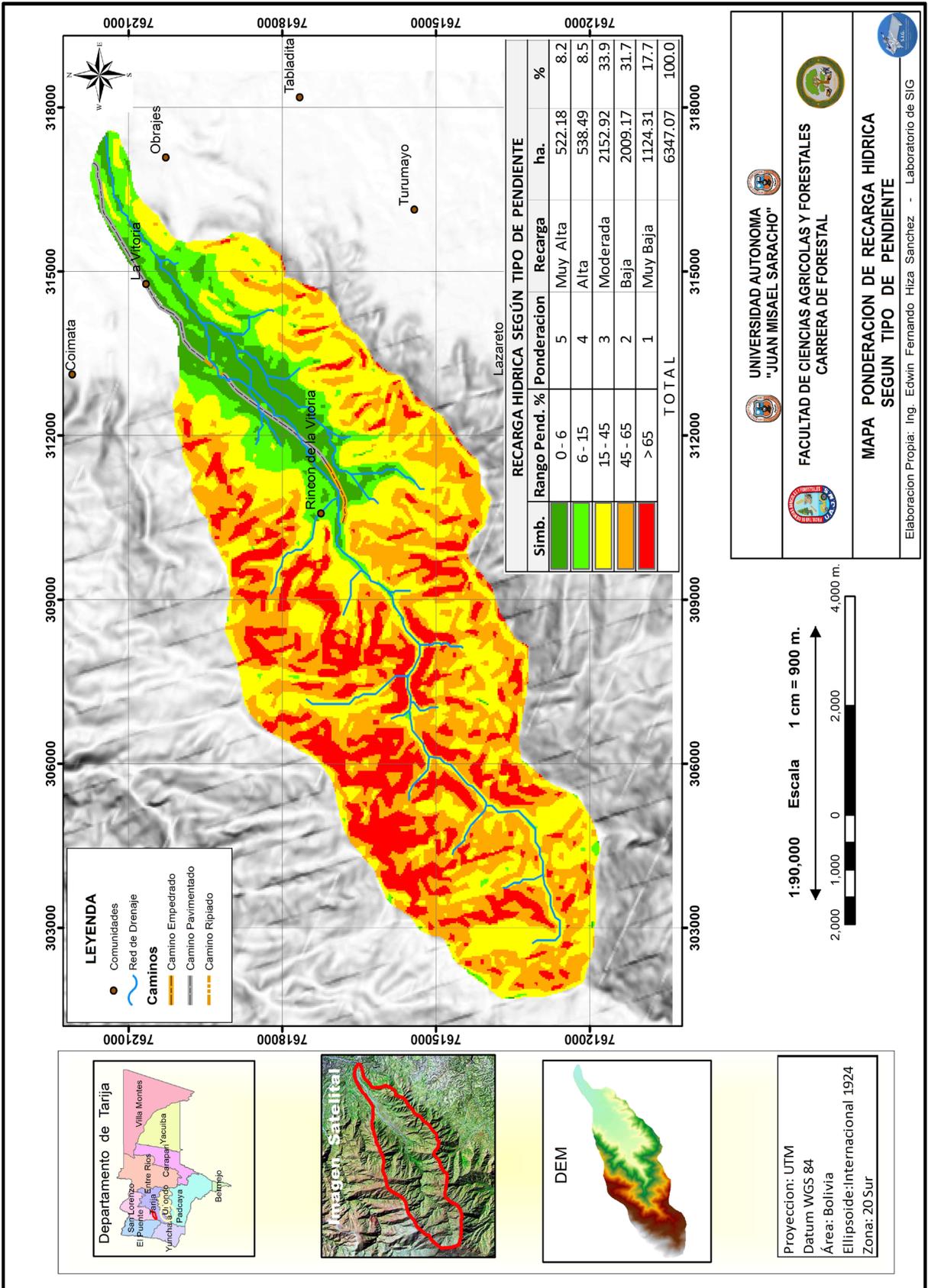
RELIEVE	Pendiente (%)	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelo plano a casi plano, con o sin rugosidad	0 - 6	Muy alta	5
Suelo moderadamente ondulado/cóncavo	6 - 15	Alta	4
Suelo ondulado/cóncavo	15 - 45	Moderada	3
Suelo escarpado	45 - 65	Baja	2
Suelo fuertemente escarpado	> 65	Muy baja	1

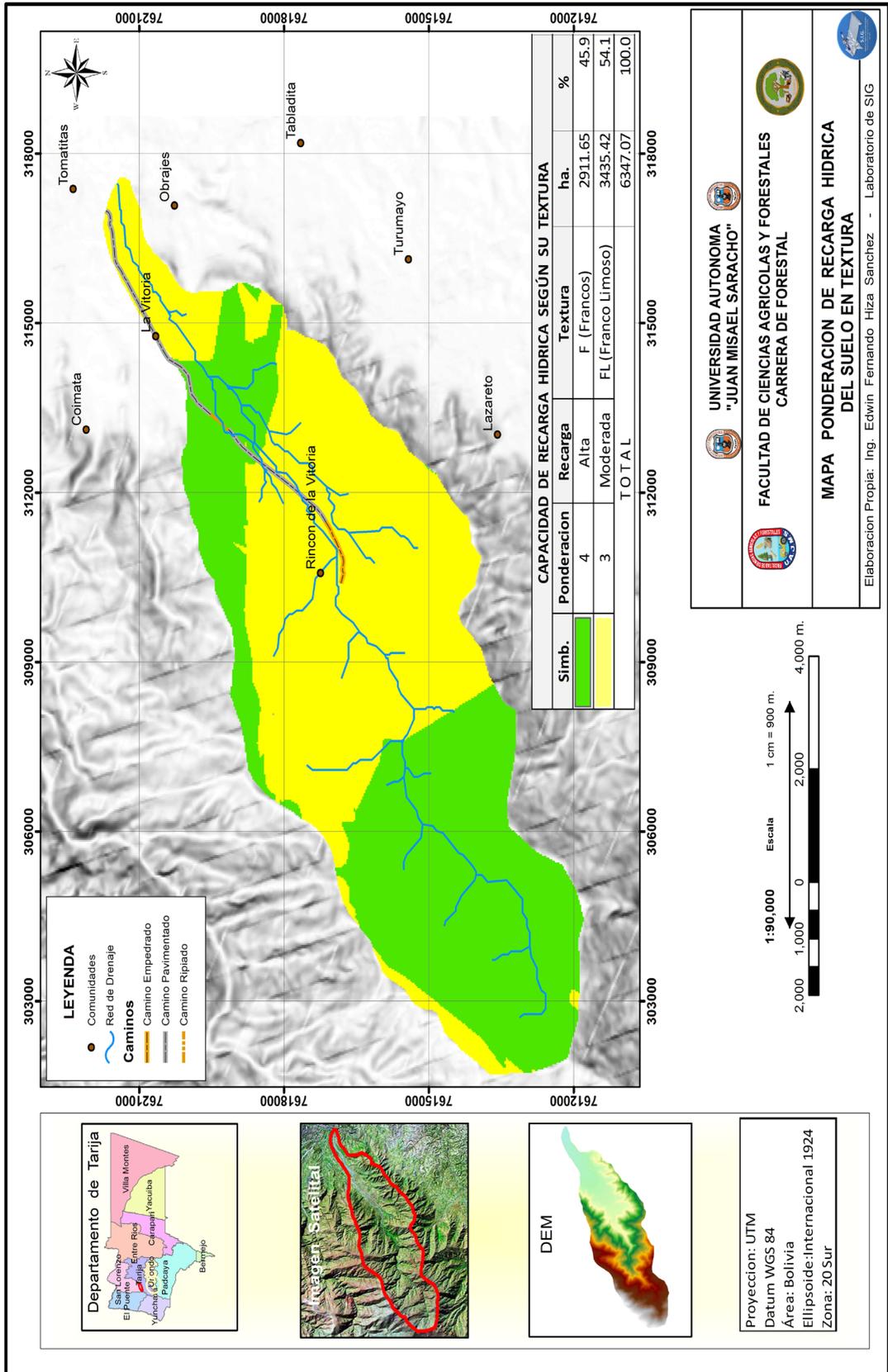
TEXTURA	Posibilidad de recarga	Ponderación
Suelo franco arenoso, con partículas de gruesas a medias y muy rápida capacidad de infiltración.	Muy alta	5
Suelo franco, con partes iguales de arena, limo y arcilla y rápida capacidad de infiltración.	Alta	4
Suelo franco limoso, con partículas de tamaño medio a fino y moderada a moderadamente rápida capacidad de infiltración.	Moderada	3
Suelo franco arcilloso, combinación de limo y arcilla, con partículas finas, suelos pesados, con muestras de compactación y lenta a moderada capacidad de infiltración.	Baja	2
Suelo arcilloso, muy pesado con partículas muy finas, compactadas, con muy lenta capacidad de infiltración.	Muy baja	1

ROCAS	Posibilidad de recarga	Ponderación
Rocas muy permeables, muy suaves, agregados gruesos, con macroporos interconectados (arena gruesa, piedra pómez, grava)	Muy alta	5
Rocas permeables, suaves, agregados medianos, con poros interconectados, con poca cementación (arena fina, arenisca)	Alta	4
Rocas moderadamente permeables, semisuaves, con regular interconexión de poros	Moderada	3
Rocas poco permeables, algo duras, moderadamente compactadas, constituidas por partículas finas, (grava combinada con arcilla)	Baja	2
Rocas impermeables, duras, cementadas, compactadas, constituidas por partículas muy finas, sin presencia de fracturas.	Muy Baja	1

COBERTURA PERMANENTE	Posibilidad de recarga	Ponderación
>80 %	Muy alta	5
70-80%	Alta	4
50-70%	Moderada	3
30-50%	Baja	2
<30%	Muy baja	1

USO DE LA TIERRA	Posibilidad de recarga	Ponderación
Bosque que presenta los tres estratos: árboles, arbustos y hierbas	Muy alta	5
Sistemas agroforestales o silvopastoriles	Alta	4
Terrenos cultivados, obras de conservación de suelo	Regular	3
Terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua	Baja	2
Terrenos agropecuarios con manejo intensivo	Muy baja	1

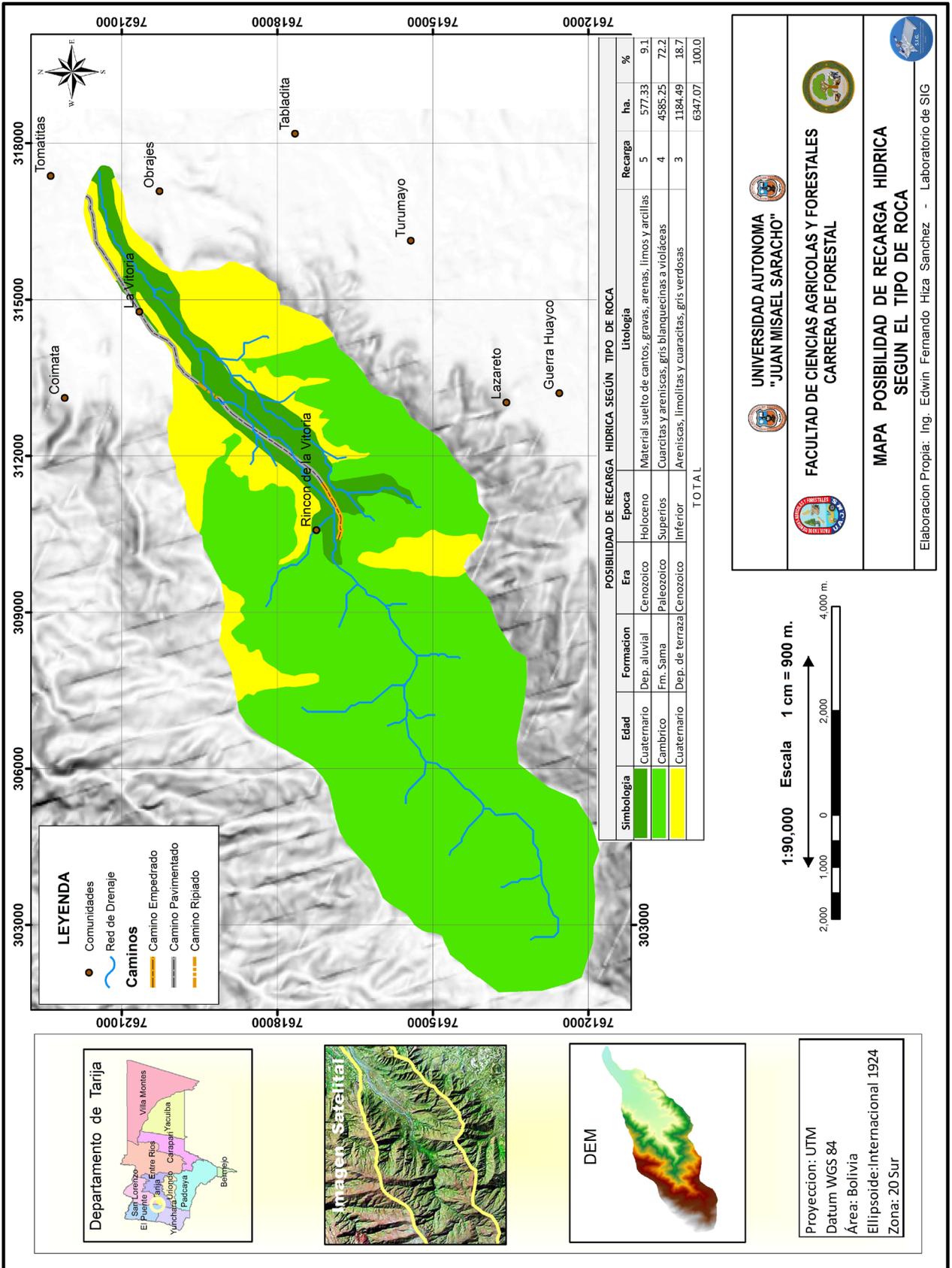


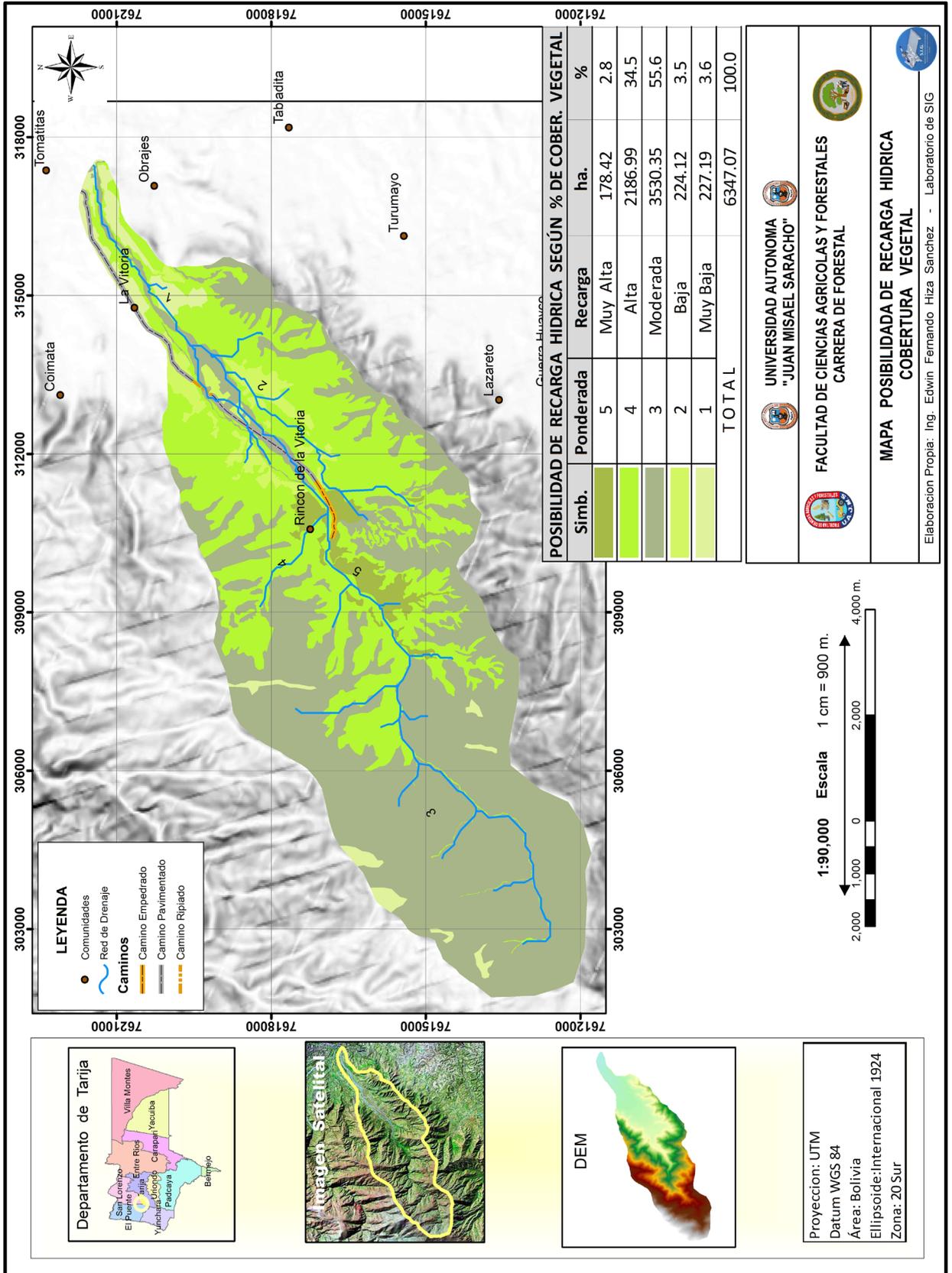


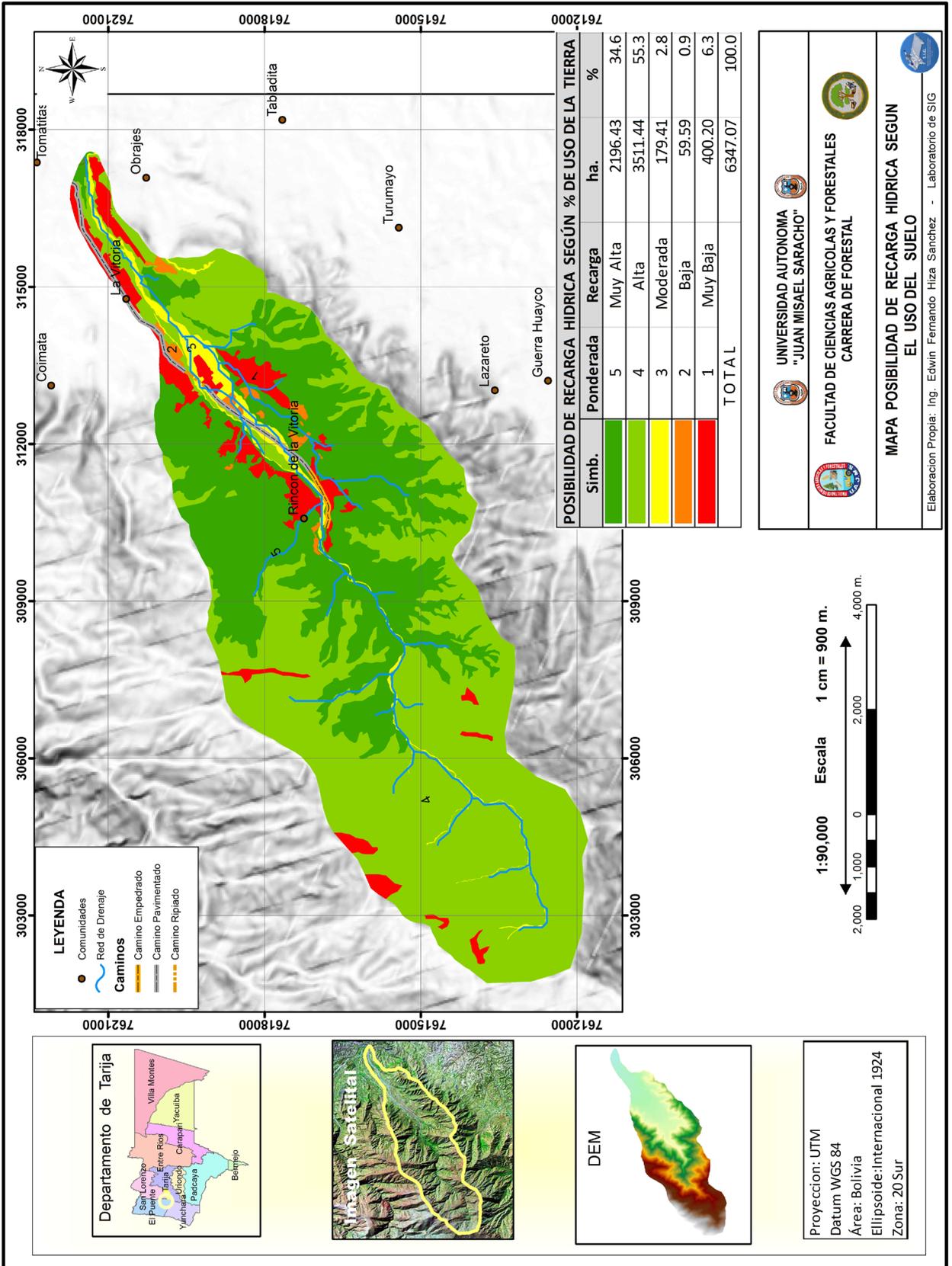
UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
 CARRERA DE FORESTAL

MAPA PONDERACION DE RECARGA HIDRICA DEL SUELO EN TEXTURA

Elaboración Propia: Ing. Edwin Fernando Hiza Sanchez - Laboratorio de SIG

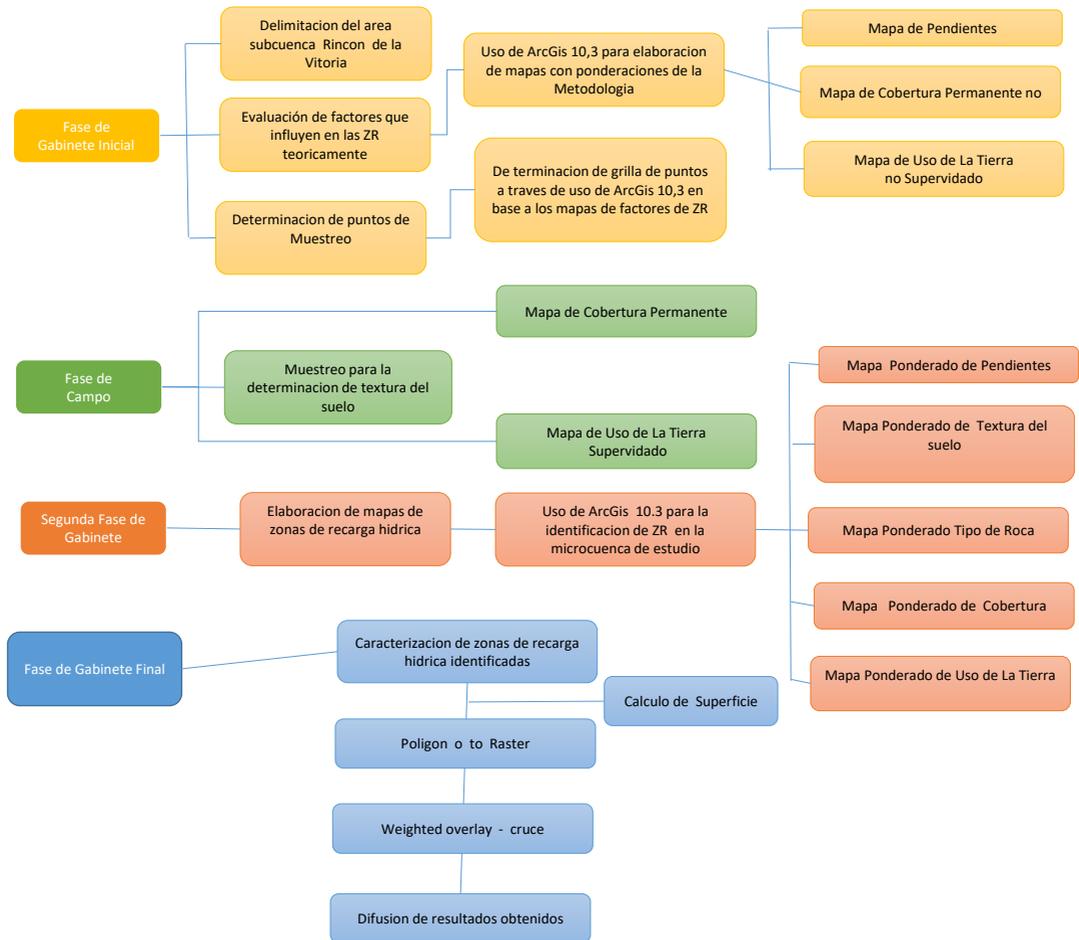






Para la puesta en práctica de la metodología aplicada se llevaron a cabo las cuatro (4) fases que se observan en la figura 1.

Figura 1. Esquema Metodológico propuesto a seguir para la identificación y caracterización de la Zona de Recarga Hídrica (Matus, 2007).



RESULTADOS

Aplicada la metodología, se obtuvieron los siguientes resultados:

Zonas potenciales de recarga hídrica

Como resultado de un análisis de campo, teórico y el cruce de cada variable evaluada se obtuvo un mapa cartográfico que detalla las zonas de recarga hídrica según su potencial.

Se observó en el área de estudio condiciones favorables en vegetación y uso como así también tipo de roca y textura para la recarga hídrica.

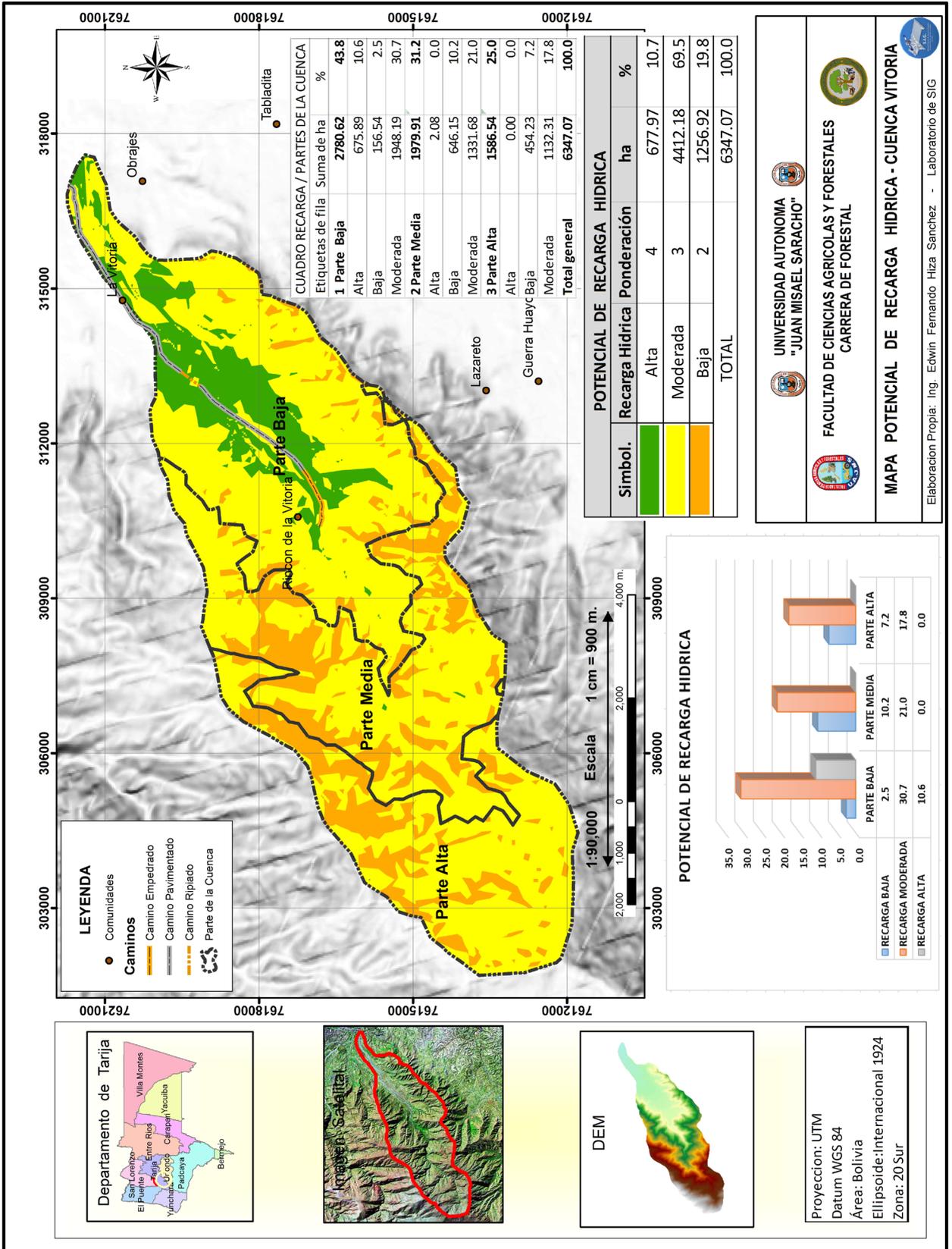
En el Cuadro N°1 se establece, en porcentaje, la distribución de los diferentes potenciales de recarga hídrica, entre ellos se puede mencionar que las zonas clasificadas con un potencial “Alto” abarcan únicamente el 10,7%, se encuentra en

ellas materiales sueltos de cantos gravas, areniscas, limos y arcillas. Con diversos factores que influyen en la recarga hídrica se asume que un 69,5% corresponde al potencial de recarga “Moderado” siendo el de mayor extensión.

Sin embargo, el 19,8 % del área total posee un potencial de recarga “Bajo” y se debe principalmente a las fuertes pendientes que se presentan en la parte alta con inclinaciones de escarpadas a muy escarpadas.

Cuadro 1 Distribución porcentual del potencial de recarga hídrica

Recarga Hídrica	Ponderación	ha	%
Alta	4	677.97	10.7
Moderada	3	4412.18	69.5
Baja	2	1256.92	19.8
TOTAL		6347.07	100.0



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAE SARACHO"
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
 CARRERA DE FORESTAL

MAPA POTENCIAL DE RECARGA HIDRICA - CUENCA VITORIA

Elaboración Propia: Ing. Edwin Fernando Hiza Sanchez - Laboratorio de SIG

POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA EN LA PARTE BAJA DE LA CUENCA



En la parte Baja de la cuenca se encuentran los tres tipos de recarga hídrica identificados.

Un potencial de **recarga Alto** con un porcentaje de 10,6% y una superficie de 675,89 ha correspondiente a Depósitos de Terraza y Depósitos Aluviales, localizados en la Llanura Aluvial – Fluvio Lacustre conformada por terrazas recientes ligeramente disectadas, planas a ligeramente onduladas y una pequeña porción de llanuras de pie de monte con material suelto de cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. Estas características definen un potencial de recarga hídrica Alto, por tener suelos muy blandos, una granulometría media y una moderada permeabilidad con textura franca a franco-limosa.

La cobertura vegetal está compuesta por el matorral ralo mayormente caducifolio, estacional o de transición conjuntamente con la vegetación herbácea densa, graminoide intermedia y con agricultura intensiva de cultivos anuales y permanentes; la pendiente plana a ligeramente ondulada es la que pone un gran peso a la protección y reducción de erosión por escorrentía.



La zona con potencial de **recarga Moderado** en la parte baja es de 30,7 % con una superficie de 1948,19 ha relacionada al

paisaje predominantemente montañoso de serranías bajas a medianas, moderadamente disectadas, con pendientes que van desde 15 a 60, compuestas por llanuras aluviales y llanuras fluvio-lacustres ligeramente disectadas y moderadamente planas, de textura franco limosa y franca en las partes más bajas.

Por su geología se encuentra en la formación Sama y una pequeña porción de la formación Iscayachi, con presencia de limolitas, cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas y gris verdosas.

Todo este paisaje se encuentra cubierto de bosque semi denso mayormente siempreverde estacional o de transición, matorral ralo mayormente caducifolio y vegetación herbácea densa, graminoide intermedia con sinusia arbustiva.

Existe un mayor desgaste de la cubierta vegetal debido al uso ganadero extensivo y cultivos no irrigados que disminuyen la protección de la vegetación.

RECARGA / PARTES DE LA CUENCA		
Etiquetas de fila	suma de ha.	%
1 PARTE BAJA	2780.62	43.8
Alta	675.89	10.6
Baja	156.54	2.5
Moderada	1948.19	30.7
2 PARTE MEDIA	1979.91	31.2
Alta	2.08	0.0
Baja	646.15	10.2
Moderada	1331.68	21.0
3 PARTE ALTA	1586.54	25.0
Alta	0.00	0.0
Baja	454.23	7.2
Moderada	1132.31	17.8
TOTAL GENERAL	6347.07	100.0



El potencial de **recarga Bajo** está en una zona con paisaje similar al de recarga moderada es predominantemente

montañoso de serranías bajas, medianas moderadamente disectadas, moderadamente escarpadas con pendientes que van desde 15 a 60%, formadas por llanuras aluviales de textura franco limosa. Su geología se encuentra en la formación Sama compuesta por cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas. Todo este paisaje se encuentra cubierto de vegetación herbácea densa, graminoide intermedia con sinusia arbustiva a vege-

tación herbácea rala y graminoide baja. Existe un mayor desgaste de la cubierta vegetal debido al uso ganadero extensivo con bovinos por el pisoteo del gana-

do que ocasiona una impermeabilización compactando los poros y reduciendo la infiltración.

POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA EN LA PARTE MEDIA DE CUENCA

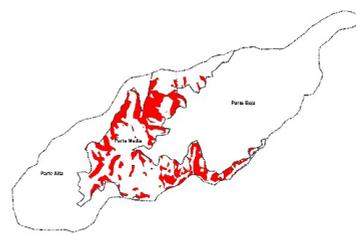


En la parte media de la cuenca, el área de recarga moderada ocupa la mayor dimensión, 21,0 % del total

con una superficie de 1331.68 ha, presenta paisajes montañosos de serranías altas, medias y bajas de fuerte a moderadamente disectadas y extremada a moderadamente escarpadas, también se encuentran pies de monte y valles estrechos propiciando surcos de reducidas dimensiones y erosión laminar moderada a severa, acompañada de pendientes que superan el 30 y 60%.

Al igual que en la parte alta pertenece a las formaciones Sama e Iscayachi en menor proporción mostrando limolitas, cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas.

Existe la presencia de vegetación herbácea rala, gramínea baja sin sinusia. El uso también es limitado por estar dentro de la Reserva Biológica Cordillera de Sama reduciendo así la presencia de agentes erosivos, como ganado y malas prácticas de cultivo.



La **Recarga Baja** está localizada en la parte centro sud de la cuenca, en su mayoría con exposición

este, abarca un 10,2 % de la superficie total en la parte media de la cuenca.

De acuerdo al mapa geológico está ubicada en la formación Sama, conformada por cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas. Fisiográficamente es terreno montañoso con serranías altas fuertemente disectadas, extremadamente escarpadas, con pendientes mayores a 60 % y es donde se aprecian surcos en mayor número y cantidad.

La vegetación predominante está conformada por un bosque semi denso mayormente siempre verde estacional o de transición constituido en algunas agrupaciones de aliso y ligustro, localizadas en cañadones y quebradas. También se observa vegetación herbácea densa, graminoide intermedia con sinusia arbustiva.

Aun con altas pendientes la zona no muestra grandes rastros de erosión por contar con una buena cobertura vegetal, aunque por la disección que exhibe, presenta poca infiltración.

POTENCIAL DE RECARGA HÍDRICA EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA



La unidad con **recarga Moderada** se encuentra en la formación Sama y una pequeña porción de la formación

Iscayachi con presencia de limolitas, cuarcitas y areniscas, gris blanquecinas a violáceas y gris verdosas. Se aprecia un

paisaje montañoso de serranías altas moderadamente disectadas muy escarpadas. Este tipo de formación aporta una relativa estabilidad para evitar la presencia de movimientos en masa, por el contrario el paisaje y las pendientes mayores a 30 % provocan pequeños surcos en algunas laderas; juega un papel muy importante, en este caso, el uso que es extremadamente limitado por estar ubicada dentro de la Reserva Biológica de la Cordillera

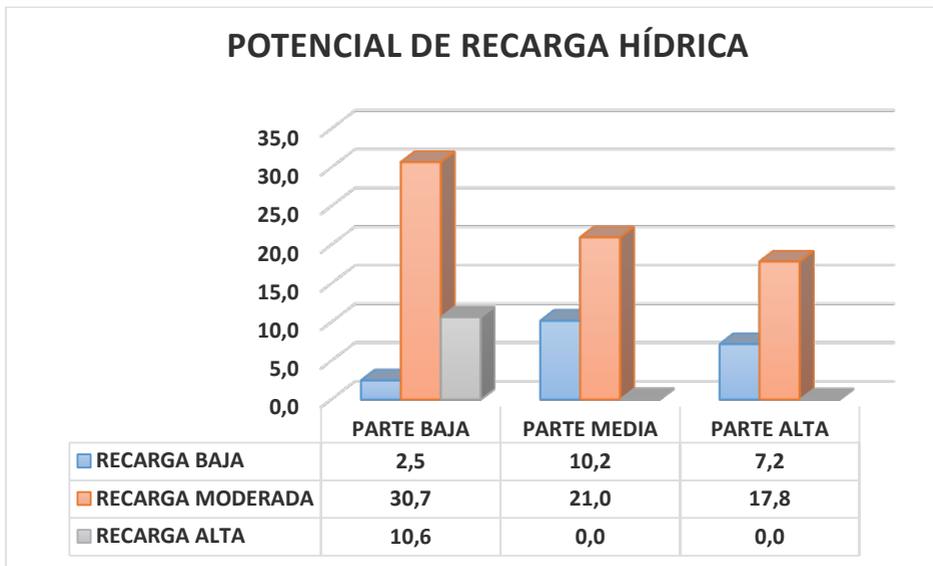
de Sama siendo un espacio monitoreado y resguardado por COSSALT y SERNAP, de esta manera aunque existan suelos poco profundos se percibe vegetación herbácea rala, graminoide baja, sin sinusia que evita la aparición de grandes surcos y una erosión laminar severa. En este caso si se sigue manteniendo el resguardo se puede mantener estable con el tiempo.

El área de **Recarga Baja** está, geográficamente posicionada en las periferias de la parte alta con exposición este, ocupa el 7,2 % de la parte alta.



Se podría decir que al pertenecer a la formación Sama en su totalidad, su alta dureza le brinda la estabilidad necesaria, pero por encontrarse en una estructura montañosa de serranías altas fuertemente disectadas y extremadamente escarpadas, de pendientes superiores a 60% se le atribuye una recarga baja produciendo más escurrimiento que infiltración, cuenta con una vegetación herbácea rala, graminoide baja, sin sinusia e incluso suelos sin ninguna estructura vegetal.

Figura 2 Distribución porcentual del potencial de recarga hidrica en las diferentes partes de la cuenca



CONCLUSIONES

- La cuenca del río Vitoria posee, en su mayoría, un porcentaje moderado de recarga hídrica con el (69,5%), concentrándose en las tres partes de la cuenca alta, media y baja. Por consiguiente, se puede determinar que la sub cuenca, a pesar de encontrarse en áreas con una cobertura vegetal moderada dentro de la cuenca, no posee mayor potencial de recarga hídrica debido a la presencia de infraestructura urbanística y agricultura en las partes bajas, por otro lado, en las partes media y alta hay fuertes pendientes bien escarpadas, que ocasionan más escurrimiento superficial que infiltración.
- Es importante tomar en cuenta que las partes alta y media de la cuenca se encuentran en la RBCS y presentan una zona con recurrencia en los incendios forestales, mismos que afectan a los bosques semi densos, mayormente siempre-verdes, estacional o de transición constituidos en algunas agrupaciones de aliso y ligustre, localizados en cañadones y quebradas; así como a la vegetación herbácea densa, graminoide intermedia con sinusia arbustiva, desprotegiendo a los suelos de cobertura vegetal, favoreciendo el escurrimiento superficial y afectando la recarga hídrica.
- Las zonas potenciales de recarga hídrica de la sub cuenca del río Vitoria presentan un buen potencial de recarga hídrica que puede asegurar el recurso líquido vital en calidad y cantidad especialmente en conjunto con otras cuencas colindantes que pertenecen a la cordillera de Sama. Por consiguiente, la identificación de las zonas de recarga hídrica, proporciona información pertinente para resguardar los recursos naturales asociados a estas zonas de vital importancia para el mejoramiento de la gestión ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- CATIE. (14 de Julio de 2006). Hidrología. Hidrología y Gestión de Cuencas Curso Internacional. Turrialba, Cartago, Costa Rica.
- CATIE . (Septiembre de 2010). Metodología para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas. Validación en la subcuenca del Río Jucuapa, Nicaragua. Nicaragua.
- FAO. (Abril de 2008). La microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales. (C. N. Córdova, Ed.) San Salvador, El Salvador.
- INAB. (Abril de 2005). Programa de Investigación de Hidrología Forestal.
- Guatemala.
- MAGA. (2003). Mapa de Cobertura Vegetal y Usos del suelo de Guatemala.
- Manchame, L. (2011). Identificación de las zonas potenciales para la recarga hídrica, en la microcuenca del Río Agua Caliente, Municipio de Camotan, Chiquimula.
- Matus, O. (2009). Guía para la identificación participativa de zonas con potencial de recarga hídrica. Turrialba, Costa Rica.
- Monzón, F. (2012). Biología y geología interactiva. Obtenido de http://biologiaygeologia.org/unidadbio/a_ctma/hidrosfera/hidrosfera2.html
- Molina J.; Herbas C.; Mendoza J. 2002, Valoración Hidrológica de las cuencas de los ríos Tolomosa y la Vitoria, con el apoyo de: PROMETA, TNC y USAID, La Paz – Bolivia.
- Saavedra, C. (Octubre de 2009). El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales. La Paz, Bolivia.

- Sistema de Información Municipal. (2010). Modelo de elevación digital. Municipalidad de Guatemala, Dirección de Catastro Municipal. Guatemala: Sistema de Información Municipal.
- Solís, J. (2006). Manual de Laboratorio de Edafología. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.