

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA NATURAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO
ATESCATEMPA, JUTIAPA

TESIS DE GRADO

JOSÉ FABIÁN CABRERA RODRÍGUEZ

CARNET 21573-10

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2017
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA NATURAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO
ATESCATEMPA, JUTIAPA

TESIS DE GRADO

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

POR
JOSÉ FABIÁN CABRERA RODRÍGUEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIADO

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2017
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, 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
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. JERSON ELIZARDO QUEVEDO CORADO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JAIME LUIS CARRERA CAMPOS

MGTR. VIRGINIA MOSQUERA SALLES

LIC. NILS YVAN SAUBES

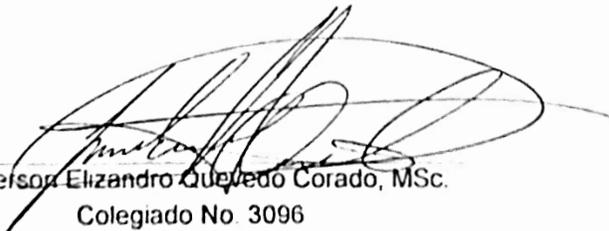
Guatemala, 1 de abril de 2017

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante José Fabián Cabrera Rodríguez, que se identifica con carné 21573 10, titulado: "**DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA NATURAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ATESCATEMPA, JUTIAPA**", el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

(f) 
Ing. Jelson Elizandro Quevedo Corado, MSc.
Colegiado No. 3096
Código URL 18352



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06795-2017

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante JOSÉ FABIÁN CABRERA RODRÍGUEZ, Carnet 21573-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 06146-2017 de fecha 25 de septiembre de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA NATURAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ATESCATEMPA, JUTIAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 25 días del mes de septiembre del año 2017.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por las bendiciones recibidas, la sabiduría y la fortaleza para seguir adelante en cada paso que doy.

La Universidad Rafael Landívar Sede Jutiapa y a su claustro de Catedráticos por las enseñanzas recibidas durante mi tiempo de estudio.

A mi asesor, MGTR. Jerson Elizardo Quevedo Corado, por su paciencia, dedicación y conocimientos compartidos con mi persona.

El Instituto Nacional de Bosques, en especial a los compañeros de labores de la Región IV, Suroriente, por la experiencia laboral y el compañerismo brindado.

Al Ing. José Cabrera, al P. Agr. Pedro Saul Cabrera y al P. Agr. Carlos Cabrera por el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación.

Mis amigos y compañeros de estudio, gracias por tantos momentos compartidos, en especial a Jimena, Arzú, Kevin, Byron y Alvaro.

DEDICATORIA

A:

- Dios: Quien es la guía que ilumina mi camino, a quien le debo la vida y a quien me ha brindado las mejores bendiciones del mundo.
- Mis padres: A Ana Adali y José Enrique, por su amor incondicional, su ejemplo y por ser la fuerza que me impulsa para seguir adelante.
- Mis hermanos: A Pedro Saul y Carlos Alberto, por ser mis mejores amigos y compañeros de aventuras, gracias por siempre estar a mi lado.
- Mi familia: Abuelos, Tíos, Primos y demás familia, por su apoyo incondicional en cada paso de mi vida.
- A la ENCA: Por ser parte fundamental de mi formación como profesional y como persona al servicio de mi país.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. CUENCA HIDROGRÁFICA.....	3
2.2. CICLO HIDROLÓGICO	4
2.3. RECARGA HÍDRICA.....	5
2.4. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HÍDRICA	6
2.4.1. Clima.....	6
2.4.2. Suelo.....	9
2.4.3. Topografía	10
2.4.4. Estratigrafía geológica	10
2.4.5. Cobertura vegetal	11
2.4.6. Escurrimiento	12
2.5. ANTECEDENTES	12
3. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	15
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	15
4. OBJETIVOS	18
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	18
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. METODOLOGÍA.....	19
5.1. LOCALIZACIÓN	19
5.1.1. Recurso hídrico.....	20
5.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS.....	22
5.2.1. Zonas de vida	22

5.2.2.	Suelos.....	23
5.2.3.	Geología	24
5.2.4.	Uso actual de la tierra	25
5.3.	SUJETO O UNIDAD DE ANÁLISIS.....	26
5.4.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
5.5.	INSTRUMENTOS A UTILIZAR	27
5.6.	PROCEDIMIENTO	27
5.6.1.	Estimación de la recarga hídrica natural de la microcuenca.....	27
5.6.2.	Determinar las categorías de zonas de captación y regulación hidrológica de la microcuenca del río Atescatempa	31
5.6.3.	Determinación del uso actual de la tierra	34
5.6.4.	Propuesta de lineamientos generales de gestión	35
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
6.1.	ESTIMACIÓN DE LA RECARGA HÍDRICA NATURAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ATESCATEMPA.....	40
6.1.1.	Caracterización de las unidades de mapeo	40
6.1.2.	Estimación de la recarga hídrica natural.....	41
6.2.	DETERMINACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE ZONAS DE CAPTACIÓN Y REGULACIÓN HIDROLÓGICA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ATESCATEMPA. ...	46
6.3.	DETERMINACIÓN DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA EN LAS ZONAS DE CAPTACIÓN Y REGULACIÓN HIDROLÓGICA	52
6.4.	LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS CATEGORÍAS DE CAPTACIÓN Y REGULACIÓN HIDROLÓGICA.....	56
6.5.	BALANCE HÍDRICO DE LOS SUELOS	68
7.	CONCLUSIONES.....	72

8. RECOMENDACIONES	75
9. BIBLIOGRAFÍA	77
10. ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de trabajos de investigación relacionados.....	14
Cuadro 2. Coordenadas geográficas de la microcuenca.....	19
Cuadro 3. Ubicación del área de la microcuenca	19
Cuadro 4. Ubicación de las fuentes de agua para consumo humano	20
Cuadro 5. Uso actual de la tierra en la microcuenca	25
Cuadro 6. Matriz de evaluación de la geología.....	32
Cuadro 7. Matriz de evaluación de la geología.....	32
Cuadro 8. Matriz de evaluación de la infiltración básica.....	32
Cuadro 9. Matriz de evaluación de la recarga anual	33
Cuadro 10. Matriz de evaluación de la ubicación relativa potencial	33
Cuadro 11. Criterios de categorización de tierras forestales de captación y regulación hidrológica	33
Cuadro 12. Códigos utilizados para el uso actual en la determinación de la intensidad de uso.....	36
Cuadro 13. Códigos utilizados para la capacidad de uso en la determinación de la intensidad de uso	36
Cuadro 14. Definición de las categorías y subcategorías de zonificación	37
Cuadro 15. Categorías y subcategorías del nivel 1 de zonificación territorial	38
Cuadro 16. Categorías y subcategorías del nivel 2 de zonificación territorial	39
Cuadro 17. Características de las unidades de mapeo de acuerdo al cruce de mapas realizado.....	41

Cuadro 18. Recarga hídrica anual en la microcuenca del río Atescatempa	43
Cuadro 19. Resultados obtenidos en los análisis de suelos de la microcuenca	44
Cuadro 20. Distribución de las categorías de tierras forestales de captación y regulación hidrológica	47
Cuadro 21. Determinación de los criterios para la categorización de las áreas de recarga hídrica.....	48
Cuadro 22. Distribución del uso actual de la tierra en la microcuenca	52
Cuadro 23. Uso actual de la tierra de la microcuenca del río Atescatempa y la diferencia con respecto al año 2012	54
Cuadro 24. Categorías y subcategorías de zonificación territorial para la microcuenca del río Atescatempa	56
Cuadro 25. Distribución de las capacidades de uso en las zonas de restauración ecológica	63
Cuadro 26. Datos del balance hídrico de la microcuenca del río Atescatempa.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites de la microcuenca del río Atescatempa (Instituto Geográfico Nacional)	20
Figura 2. Ubicación de las fuentes de agua en la microcuenca (Instituto Geográfico Nacional)	21
Figura 3. Zonas de vida de la microcuenca (Instituto Geográfico Nacional).....	22
Figura 4. Serie de suelos de la microcuenca (Instituto Geográfico Nacional)	23
Figura 5. Geología de la microcuenca (Instituto Geográfico Nacional).....	24
Figura 6. Uso actual de la tierra de la microcuenca (Mapa de cobertura vegetal y usos de la tierra 2012)	25
Figura 7. Unidades de mapeo definidas en la microcuenca (Elaboración propia)	40

Figura 8. Tierras forestales de captación y regulación hidrológica de la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)	46
Figura 9. Clasificación de zonas de recarga hídrica de la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)	49
Figura 10. Capacidad de uso determinada dentro de la microcuenca del río Atescatempa	51
Figura 11. Uso actual de la tierra en la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)	53
Figura 12. Intensidad de uso en la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)	59
Figura 13. Capacidad de uso en zonas de restauración ecológica (Elaboración propia)	64
Figura 14. Intensidad de uso en la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)	67
Figura 15. Valores de evapotranspiración en la microcuenca del río Atescatempa en millones de metros cúbicos (Elaboración propia)	69
Figura 16. Valores de recarga potencial en la microcuenca del río Atescatempa en millones de metros cúbicos (Elaboración propia)	70
Figura 17. Valores de escorrentía de la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)	71
Figura 18. Comportamiento de variables calculadas en los balances hídricos de suelos (Elaboración propia)	71

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA NATURAL DE LA MICROCUEENCA DEL RÍO ATESCATEMPA, JUTIAPA

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la microcuenca del Río Atescatempa, ubicada en el municipio de Atescatempa, Jutiapa. El objetivo de esta, fue determinar las áreas de recarga hídrica natural como referencia para la gestión adecuada de sus recursos naturales. Consistió en la estimación de la recarga hídrica, determinación de las categorías de zonas de captación y regulación hidrológica, la determinación del uso actual de la tierra y la propuesta de lineamientos generales para la gestión de los recursos naturales en base a una zonificación territorial. Según los resultados obtenidos, dentro de la microcuenca se infiltra una lámina de 357.36 mm/año de agua en promedio, obteniendo los valores más altos en la parte media alta, donde alcanza valores de hasta 676.88 mm/año producto de la interacción de los factores que intervienen en la recarga hídrica. Esta microcuenca se divide en tierras de moderada y baja captación y regulación hidrológica, esto influenciado por la capacidad de uso de la tierra y los valores de infiltración principalmente. En relación al uso actual de la tierra, la agricultura anual es el mayor uso que se da (2,577 ha), al analizar esta información con la capacidad de uso, de las 5 categorías y 12 subcategorías de zonificación territorial identificadas, la “Restauración Ecológica” abarque la mayor área. Es importante resaltar que las categorías identificadas dan respuesta a la necesidad de establecer una referencia para la gestión adecuada de los recursos naturales dentro de las zonas de recarga hídrica.

1. INTRODUCCIÓN

Un reto en el que se concluye en el Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012 (IARNA-URL, 2012) es garantizar la provisión efectiva de agua mediante la gestión integrada del recurso hídrico que se debe basar en propiciar condiciones mínimas para mantener el ciclo hidrológico, tener una mayor eficiencia en el uso de los recursos hídricos, y propiciar la efectiva gobernabilidad del agua mediante una participación responsable de toda la sociedad.

En relación a las condiciones mínimas para mantener el ciclo hidrológico, en las tierras forestales de captación y regulación hidrológica, que son de alta importancia por la cantidad y calidad de agua que incorporan a dicho ciclo, para el año 2010, 727,117 hectáreas presentaban un sobreuso en las capacidades de sus suelos (Gordillo, 2010). Para la eficiencia del uso de los recursos hídricos, se debe resaltar que la oferta hídrica nacional es de más de 90,000 millones de m³ de agua (IARNA-URL, 2012), sin embargo, en el mes más seco del año, según la Política Nacional del Agua de Guatemala (2011) se distribuye de forma irregular, provocando estrés hídrico tanto en el altiplano oriental, central occidental, la costa sur y el norte de Peten.

En la microcuenca del río Atescatempa, la cual se encuentra ubicada en su totalidad en el municipio de Atescatempa, según datos del Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala (2010), existe una pérdida de cobertura anual del 3.25%, principalmente por la tala ilícita e incendios forestales, dicho problema se reflejó en la formulación de la Política Municipal de gestión y calidad del agua del municipio de Atescatempa (2011), la cual plantea diferentes líneas estratégicas que pretenden, como se indicó anteriormente, garantizar la provisión efectiva del agua a toda su población por medio de las 15 fuentes de agua para consumo humano (UGAM Atescatempa, 2015), y una unidad de riego que opera en 100 hectáreas (Méndez, 2012),

Para esto, el primer paso dentro de la microcuenca es identificar la recarga hídrica natural, categorizar y ubicar las tierras forestales de captación y regulación hidrológica presente, y finalmente a conocer propuestas de lineamientos para la gestión integral ideal en dichas categorías que puedan ser utilizados para dar cumplimiento a las líneas estratégicas propuestas en la Política Municipal de gestión y calidad del agua. Esta primera parte, se puede determinar con la metodología propuesta por el INAB-FAUSAC en el año 2004, donde por medio de análisis de información climática, de suelos y del recurso hídrico se identifica la cantidad de agua que se infiltra en un territorio y de esa forma categorizar dichas áreas de acuerdo con su potencial, punto en el que se basara la presente investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CUENCA HIDROGRÁFICA

Las cuencas hidrográficas son los espacios geográficos, cuyos límites inician en las partes altas de las montañas (conocidos como "parteaguas") y terminan en donde el agua de las precipitaciones que corren por un río principal llega al mar, lagos o embalses artificiales (Jiménez, 2005).

Según la Fundación Moisés Bertoni (2003) las cuencas hidrográficas están en constante modificación, en la que será alterada por diferentes factores de origen natural y especialmente de la acción de la sociedad humana que en su afán de un "mejor acondicionamiento" no repara en destruir el ordenamiento natural que es el más armónico y permanente dentro de un ecosistema.

Se dice que una subcuenca es una parte de la cuenca, siendo una unidad de menor superficie, que constituye un tributario (afluente) de la misma. Y cuando decimos microcuenca, estamos hablando de la unidad mínima de planificación y análisis dentro de la cuenca. Siendo esta fuente o tributario dentro de la subcuenca (Fundación Moisés Bertoni, 2003).

Las cuencas hidrográficas cumplen muchas funciones, entre las principales se mencionan (Jiménez, 2005):

- **Función hidrológica:** cuando captan el agua de las lluvias la almacenan y la distribuyen a través de los manantiales y los ríos durante distintos momentos a lo largo del tiempo.
- **Función ecológica:** provee diversidad de espacios para completar las fases del ciclo hidrológico, además es un lugar para la flora y fauna que conviven con el agua.
- **Función ambiental:** ayudan en la captura de dióxido de carbono (CO₂), regula la distribución del agua de lluvia durante el invierno, evitando con ello las

inundaciones en la parte baja de la cuenca y contribuye a conservar la biodiversidad, la cuenca es un espacio ideal para la implementación de la gestión ambiental.

- **Función socioeconómica:** cuando suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas de las poblaciones que habitan en la cuenca.

2.2. CICLO HIDROLÓGICO

Se denomina ciclo hidrológico al movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea (Sánchez, 2004).

Como se trata de un ciclo podría considerarse todas sus fases comenzando desde cualquier punto, pero lo más intuitivo puede ser comenzar en la precipitación y considerar que caminos puede seguir el agua que cae sobre los continentes en las precipitaciones (Sánchez, 2004):

- **Evaporación:** una parte se evapora desde la superficie del suelo o si ha quedado retenida sobre las hojas de los árboles. A este último fenómeno se le denomina "interceptación", y en lluvias de corta duración sobre zonas de bosque puede devolver a la atmósfera una gran parte del agua precipitada sin haber tocado el suelo.
- **Infiltración:** el agua infiltrada puede, a su vez, seguir estos caminos (Sánchez, 2004):
 - **Evaporación:** se evapora desde el suelo húmedo, sin relación con la posible vegetación.
 - **Transpiración:** las raíces de las plantas absorben el agua infiltrada en el suelo, una pequeña parte es retenida para su crecimiento y la mayor parte es transpirada.

- **Escorrentía subsuperficial o hipodérmica:** es la que tras un corto recorrido lateral antes de llegar a la superficie freática acaba saliendo a la superficie.
- Si no es evaporada ni atrapada por las raíces, la gravedad continuara llevándola hacia abajo, hasta la superficie freática; allí aún puede ser atrapada por las raíces de las plantas de raíces profundas, y que, a diferencia de otras plantas, buscan el agua del medio saturado.
- **Escorrentía superficial:** el agua de las precipitaciones que no es evaporada ni infiltrada, escurre superficialmente. Aun le pueden suceder varias cosas (Sánchez, 2004):
 - Parte es evaporada; desde la superficie de ríos, lagos y embalses también se evapora una pequeña parte.
 - Otra parte puede quedar retenida como nieve o hielo o en lagos o embalses.
 - Finalmente, una parte importante es la escorrentía superficial rápida que sigue su camino hacia el mar.

2.3. RECARGA HÍDRICA

Según Custodio & Llamas (2001) citado por INAB (2004), define recarga hídrica como el volumen de agua que entra en un embalse subterráneo durante un periodo de tiempo, a causa de la infiltración de las precipitaciones o de un curso de agua. Es equivalente a la infiltración eficaz. Además, se define como el proceso que implica un incremento de agua hasta la zona de saturación, donde se encuentra el nivel de las aguas subterráneas. Es decir, es la cantidad de agua adicionada a través de pozos de inyección principalmente absorbida a través del suelo y percola hasta llegar a un acuífero. Esta puede ser directa o lateral.

La cantidad de recarga de un acuífero depende en cierto modo de la extensión del área de entrada o de captación. De hecho; los acuíferos más productivos son los lechos permeables situados en áreas extensas. Por otra parte, la infiltración es mayor cuando en el área de entrada o zona de recarga ocurren no solo la precipitación local sino el escurrimiento superficial de alguna área tributaria. Esto sucede principalmente en pendientes aluviales que reciben aguas superficiales provenientes de áreas montañosas con fuerte precipitación (INAB, 2004).

De acuerdo con el artículo 4 de la ley forestal de Guatemala se define como zona de recarga hídrica a las “áreas superficiales, asociadas a una cuenca determinada, que colectan y permiten la infiltración del agua hacia niveles freáticos y/o acuíferos. El valor estratégico de estas se identifica por el agua de saturación que es extraída eventualmente por el hombre para sus diferentes actividades”.

2.4. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA RECARGA HÍDRICA

De acuerdo con INAB (2004), la razón de recarga de un depósito de agua subterránea depende del régimen de precipitación, de la escorrentía superficial y del caudal de los ríos, asimismo varía de acuerdo con la permeabilidad del suelo y de los otros materiales a través de los cuales debe percolar para alcanzar la zona de saturación. Es importante mencionar, que no toda la infiltración alcanza la zona saturada, pues en mayor o menor proporción, una parte queda en la zona superior y vuelve a la atmósfera por los fenómenos de evapotranspiración. El volumen de agua que alcanza la zona saturada, a veces se denomina lluvia eficaz, infiltración eficaz, recarga natural o recarga profunda.

Los factores que afectan la recarga hídrica se pueden agrupar de la siguiente manera:

2.4.1. Clima

Entre los factores del clima que influyen en la recarga hídrica natural, están:

- a. **Evapotranspiración:** Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo (FAO, 2006).

La evaporación es el resultado del proceso físico, por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, retornando, directamente, a la atmosfera en forma de vapor. Todo tipo de agua en la superficie está expuesta a la evaporación.

La transpiración por otro lado es el resultado del proceso físico-biológico, por el cual, el agua cambia de estado líquido a gaseoso, a través del metabolismo de las plantas, y pasa a la atmosfera.

La cantidad de agua que así escapa al posible uso por el hombre, dada la dificultad de medir por separado ambos términos, se reúne frecuentemente bajo el nombre de evapotranspiración.

La influencia de estos fenómenos sobre el ciclo hidrológico es, evidentemente importante, si se considera que, en muchos lugares del mundo, el 70% de la precipitación que llega a la tierra es devuelta a la atmosfera por evapotranspiración y en algunos otros esta alcanza el 90%. Desde el punto de vista hidrológico, la evapotranspiración entra, dentro del balance hídrico, en el considerado de pérdidas (INAB, 2004).

Desde el punto de vista práctico, dado que la evapotranspiración depende entre otros, de dos factores muy variables y difíciles de medir: el contenido de humedad del suelo y el desarrollo vegetal de la planta, Thornthwaite introduce un nuevo concepto optimizando ambos. Es la llamada evapotranspiración potencial o pérdidas por evapotranspiración, en el doble supuesto de un desarrollo vegetal óptimo y una capacidad de campo permanentemente completa. Será por lo tanto un límite superior de la cantidad de agua que vuelva a la atmósfera por

evaporación y transpiración y que se conoce con el nombre de *evapotranspiración real* (Linsley, 1988 citado por INAB).

- b. **Precipitación pluvial:** Es cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre. Esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo (Sánchez, 2004).

El estudio de las precipitaciones es básico dentro de cualquier estudio hidrológico, para cuantificar los recursos hídricos que entran dentro de un territorio pues generalmente es la única entrada de agua que existe (Sánchez, 2004).

Se sabe que, al aumentar la intensidad de la lluvia, se reducen las posibilidades de que esta llegue a ser efectiva, hasta el punto de que rebasa la capacidad de infiltración de los suelos y el agua se pierde como escorrentía y no es retenida en el suelo (INAB 2004).

Una lluvia moderada de larga duración favorece la infiltración. Las lluvias intensas saturan muy rápidamente el suelo, perdiéndose gran parte en escorrentía superficial. Estas lluvias también compactan el suelo reduciendo su habilidad para absorber el agua (Johnson, 1975 citado por INAB, 2004).

La precipitación efectiva, es la porción de la precipitación que puede infiltrarse en el perfil del suelo y estar de forma disponible para ser aprovechada por las raíces de las plantas o bien alcanzar estratos más profundos como los acuíferos (INAB 2004).

Según Avalos (2008), la precipitación efectiva esta afectada principalmente la intensidad de la precipitación, la velocidad de infiltración del suelo, la cobertura vegetal y la topografía, estando todos estos factores relacionados entre sí.

2.4.2. Suelo

Las características del suelo que influyen en la recarga hídrica natural son las siguientes:

- **Textura:** en el estudio físico de un suelo interesan dos aspectos: la textura o proporción relativa en que se presentan los distintos materiales sólidos que lo componen (arena, limo y arcilla). Esta proporción se expresa en porcentaje del peso de materiales comprendidos en un intervalo de tamaños, respecto al peso de la muestra seca. La estructura, es la disposición relativa de estos materiales, en las condiciones naturales de un determinado suelo (Sandoval, 1989 citado por INAB, 2004).
- **Densidad aparente:** la densidad aparente es de vital importancia en el análisis del balance hídrico. Normalmente el material sólido que compone un suelo tiene una densidad real del orden de 2.5 gr/cc, pero el volumen que ocupa realmente en el terreno es mucho mayor y surge el concepto de densidad aparente, pues el volumen aumenta debido a la cantidad de poros del suelo, los cuales están llenos de aire o de agua (Sandoval, 1989 citado por INAB, 2004).
- **Grado de saturación del suelo:** El componente líquido en el suelo es generalmente el agua, que al travesar la superficie del terreno se distribuye dentro de él, quedando sometida a varias fuerzas de cuya intensidad depende el menor o mayor grado de fijación al material sólido. También existe agua formando parte de la composición química de las rocas y agua en forma de vapor (Johnson, 1975 citado por INAB, 2004).

La capacidad de campo es el grado de humedad de una muestra que ha perdido su agua gravitacional. Este concepto es de gran importancia en agricultura pues, transcurrido un tiempo después de un riego o de una lluvia, queda en el terreno, parte de la cual podrá ser aprovechada por la vegetación para sus funciones biológicas (Sandoval, 1989 citado por INAB, 2004).

El punto de marchites permanente es el grado de humedad de un suelo que rodea la zona radicular de la vegetación, tal que la fuerza de succión de las raíces es menor que la retención del agua por el terreno y en consecuencia las plantas no pueden extraerla. Al igual que la capacidad de campo es un concepto eminentemente agronómico, pero que juega un importante papel en los fenómenos como la evapotranspiración de indiscutible influencia sobre el hidrológico (Sandoval, 1989 citado por INAB, 2004).

- **Capacidad de infiltración:** Según Custodio & Llamas, citado por INAB (2004), La infiltración se define como el proceso por el cual el agua penetra por la superficie del suelo en un determinado tiempo, atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo o las formaciones geológicas subyacentes, percolando y llegando hasta sus capas inferiores saturadas. Es decir, alcanzando un nivel freático e incrementando el volumen acumulado anteriormente.

La capacidad de infiltración es la cantidad de agua (en lamina) que el suelo es capaz de absorber en la unidad de tiempo (mm/h, cm/min, o cm/h) (INAB, 2004).

2.4.3. Topografía

La topografía influye debido al tiempo de contacto del agua con la superficie, en condiciones planas el agua cae a la superficie y su movimiento será lento lo que dará un mayor tiempo para que esta se infiltre, caso contrario en condiciones accidentadas el agua cae y debido a la inclinación del terreno se desplaza a mayor velocidad pasando más rápido a formar parte del agua de escorrentía (INAB, 2004).

2.4.4. Estratigrafía geológica

Es de gran importancia realizar un estudio de la estratigrafía de la zona, es decir conocer la disposición de los diferentes materiales geológicos, ya que estos pueden afectar grandemente la cantidad de recarga hídrica. Por ejemplo, puede existir una cuenca cuyas

características climáticas, de suelo y de cobertura vegetal favorezcan la infiltración de agua en el suelo, pero si existe una capa de material impermeable, no permitirá el paso del agua a mayor profundidad, y se generará un flujo sub-superficial que alimentará un río o cauce cercano o bien daría lugar a manantiales cercanos a la zona de recarga (INAB, 2004).

2.4.5. Cobertura vegetal

Dentro de este factor, se debe considerar:

- La profundidad de la zona radicular determina en gran parte la lámina de agua aprovechable por los cultivos. Depende del tipo de cultivo, condiciones del suelo y clima. Para la mayoría de plantas las raíces que absorben agua se encuentran dentro de los 30 centímetros de suelo, para cultivos agrícolas y pueden alcanzar más de un metro en coberturas de bosque y cultivos permanentes de frutales u otros (INAB, 2004).
- Gran parte de lluvia que cae durante la primera parte de una tormenta es depositada en la cobertura vegetal como intercepción. Aun cuando el efecto de la cobertura no tiene mayor importancia en las avenidas más grandes, la intercepción debida a algunos tipos de vegetación puede representar una porción considerable de la lluvia anual.
- La capacidad de intercepción se reduce a mayor velocidad del viento, pero la tasa de evaporación aumenta. Se han encontrado que un bosque de maderables de gran tamaño intercepta hasta un 20% de lluvia, en cultivos la intercepción para una lluvia de 25 mm va desde 3.2% en maíz, 11.2% en tabaco, 16% en cereales, hasta 33% en alfalfa; en promedio se calcula un 12% de intercepción debido a cultivos agrícolas (Linsley, 1988 citado por INAB, 2004).

2.4.6. Esgurrimiento

Se entiende por esgurrimiento al flujo superficial, subsuperficial y al flujo subterráneo que proviene de la precipitación, los cuales son captados por los cauces de los ríos.

El camino que sigue una gota de agua desde el momento en el cual alcanza la tierra hasta cuando llega al cauce de una corriente es incierto. Ya que se pueden dar tres situaciones principales:

- La esgorrentía superficial comprende el exceso de la precipitación que ocurre después de una lluvia intensa y se mueve libremente por la superficie de la tierra hasta alcanzar un canal o dando lugar a la formación de barrancos, arroyos y ríos.
- La esgorrentía subsuperficial es la porción de agua que se infiltra a través de la superficie de la tierra puede moverse lateralmente en las capas superiores del suelo hasta llegar al cauce de la corriente. Se mueve más lentamente que la esgorrentía superficial y alcanza las corrientes posteriores.
- La esgorrentía subterránea se forma por infiltración del agua en el terreno y luego percola, formando los acuíferos, la cual circula por conductos, constituyendo ríos subterráneos. Parte de esta circulación aflora en fuentes y manantiales, los que también dan lugar a la formación de arroyos y ríos. Lo que viene a constituir el caudal base de los ríos.

2.5. ANTECEDENTES

A nivel nacional existen esfuerzos por preservar las áreas de recarga hídrica, de tal forma que en el año de 1996 dentro de la ley forestal dentro de su artículo 47 hace mención que en bosques ubicados en partes altas de las zonas de recarga hídrica se prohíbe su aprovechamiento, también el artículo 39 del reglamento de la misma ley menciona que el Instituto Nacional de Bosques –INAB- identificará las áreas de recarga hídrica que sea necesario conservar y restaurar, de esa forma se elaboró por parte de esta institución

una metodología para la determinación de zonas de recarga hídrica, seleccionando la que se aplicará más a las condiciones del país.

Con la ayuda de esta metodología se han realizado en nuestro país diferentes trabajos de investigación, para la identificación de zonas críticas en todo el territorio, algunas de los cuales se resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Descripción de trabajos de investigación relacionados

AUTOR	AÑO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
Juan Pablo Noriega Arriaga	2005	Determinación de las áreas principales de recarga hídrica natural en la microcuenca del río Sibaca, Chinique, Quiche.	Se determinó las principales áreas de recarga hídrica natural por medio de la determinación de ocho unidades de mapeo, con el objetivo de garantizar a usuarios de bosque y agua la sostenibilidad de sus recursos, principalmente la disponibilidad del agua.
Oscar Alejandro Avalos Cambranes	2008	Determinación de las áreas principales de recarga hídrica natural de la subcuenca del río Belejeya del municipio de Granados, Baja Verapaz	Este estudio identifico también las principales áreas de recarga hídrica, con el objetivo de ubicarlas para que las comunidades y gobierno local implementen actividades para la recuperación de áreas deforestadas.
Daniel Esteban Manzo Barrientos	2008	Reconocimiento hidrogeológico para la determinación de zonas de recarga hídrica natural en la subcuenca del río Pínula, jurisdicción de Santa Catarina Pínula, Guatemala	Se determinaron las zonas y el potencial de recarga hídrica de esta área con el objetivo de generar información orientada a efectuar estudios básicos y actualizados para un mejor conocimiento y manejo de los acuíferos.
Leonidas Vásquez Manchame	2011	Identificación de las zonas potenciales para la recarga hídrica en la microcuenca del río agua caliente, municipio de Camotan, Chiquimula	Se realizó este estudio con el objetivo de generar información hidrográfica e identificar las zonas de recarga hídrica dentro de la microcuenca mencionada.
Luis Enrique Castillo Florián	2011	Estimación del potencial hídrico de la microcuenca la mina, para su utilización con fines de riego en el valle de morales, Mataquesuintla, Jalapa	El objetivo de esta investigación fue el de caracterizar cuantitativa y cualitativamente los recursos hídricos de la microcuenca antes mencionada y determinar su potencial de uso con fines de riego.

FUENTE: Elaboración propia

3. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Según Gordillo (2010) en el país existe una “Tendencia acelerada al deterioro de las tierras forestales de captación y regulación hidrológica” debido entre otras causas a que se ejecutan actividades que no son recomendadas en las distintas categorías de captación y regulación hidrológica y que hay una insuficiente respuesta destinada a la recuperación y/o protección de áreas degradadas dando como consecuencias una disminución del potencial en suelo, agua y un incremento en la vulnerabilidad a amenazas ambientales.

En la Política Municipal de gestión y calidad del agua del municipio de Atescatempa (2011), se menciona que en el municipio el principal problema ambiental es la contaminación de las fuentes de agua en general, así como también la disminución de caudales como efecto de la pérdida de cobertura forestal causada por la tala ilícita e incendios forestales, por lo que entre sus objetivos está entre otros el de *“Garantizar el abastecimiento de agua para uso doméstico y consumo humano a través de la protección y conservación de las zonas de recarga hídrica y fuentes de agua”*

Las zonas de recarga hídrica son alternativas importantes para el manejo del agua, pues parte de esta se infiltra a los acuíferos, y posteriormente es captada por medio de pozos o nacimientos. Sin embargo, cuando la extracción supera su capacidad productiva se inicia un proceso de degradación y la pérdida de su capacidad regulatoria del ciclo hidrológico, especialmente la capacidad de infiltración, almacenamiento y distribución paulatina y equilibrada en el tiempo del agua (INAB 2005).

De esa forma Matus Silva (2007) indica también que desde el punto de la planificación del recurso hídrico es necesario que se tenga información exacta y confiable de las áreas que están facilitando la infiltración del agua permitiendo así la recarga hídrica, esto con

el propósito de que se adopten tecnologías y se aplican practicas adecuadas que favorezcan la recuperación, conservación y aprovechamiento del recurso hídrico.

La microcuenca del Río Atescatempa es especialmente importante pues se encuentra ubicada entre la zona de veda definitiva del volcán Chingo y la zona de veda definitiva del volcán Las Víboras en el corredor biológico del bosque seco del río Ostua, que actualmente se ha propuesto con la finalidad de restablecer la conectividad entre diferentes áreas protegidas del departamento de Jutiapa y la reserva de Biosfera del Trifinio, como medida para la inversión en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Con la creación de este corredor entre otros beneficios se busca la recuperación y manejo del suelo y de las cuencas hidrográficas y la generación de servicios ambientales como la captura de carbono, conservación de suelos y fuentes de agua (CONAP-CALMECAC-FONACON, 2013).

Dicha microcuenca es importante también pues dentro del área que cubre esta, según datos proporcionados por la Unidad de Gestión Ambiental –UGAM- de la Municipalidad de Atescatempa, actualmente existen 15 fuentes de agua para consumo humano, de las cuales 4 son pozos mecánicos y 11 son nacimientos que abastecen a las comunidades que viven dentro de la microcuenca del río Atescatempa. Así mismo, es importante mencionar que el cauce principal abastece a una unidad de riego que opera en 100 hectáreas ubicadas en el caserío Las Vegas (Méndez, 2012).

Por tal razón en esta investigación se determinó las zonas de recarga hídrica natural de la microcuenca del río Atescatempa y su estado actual para posteriormente dar lineamientos generales para su gestión integral de acuerdo a su categorización.

Por otro lado, es importante mencionar que esta información servirá de base para la formulación planes de manejo integrado de cuencas y responde a una de las prioridades identificadas en la Política Municipal de gestión y calidad el agua, y para la formulación de planes de ordenamiento territorial, pues según el artículo 142 del código municipal, las municipalidades están obligadas a formular y ejecutar dichos planes.

Así como también se podrá utilizar dentro de las líneas que se encuentran en la estrategia de manejo del corredor biológico del bosque seco de Ostua, principalmente en temas que vallan relacionados con el desarrollo de prácticas de conservación de los recursos naturales, sistema de pagos y compensaciones por servicios ambientales, y datos de manejo sostenible de cuencas.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las áreas de recarga hídrica natural como referencia para gestionar adecuadamente los recursos naturales dentro de la microcuenca del río Atescatempa.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la recarga hídrica natural de la microcuenca del río Atescatempa.
- Determinar las categorías de zonas de captación y regulación hidrológica de la microcuenca del río Atescatempa.
- Determinar el uso actual de la tierra en la microcuenca del río Atescatempa.
- Proponer lineamientos generales para la gestión integral ideal en las categorías de captación y regulación hidrológica determinadas en la microcuenca del río Atescatempa.

5. METODOLOGÍA

5.1. LOCALIZACIÓN

La microcuenca del río Atescatempa, es parte de la subcuenca de la laguna de Atescatempa, que, a su vez, forma parte de la cuenca del río Ostúa-Guija, esta microcuenca toma su nombre del cauce principal, el cual se origina a una altura aproximada de 860 msnm y desemboca a una altura de 600 msnm en una laguna conocida como Chagüitón.

Cuadro 2. Coordenadas geográficas de la microcuenca

	Coordenadas geográficas
Latitud norte	14° 07' 00"
Latitud norte	14° 12' 30"
Longitud oeste	89° 41' 00"
Longitud oeste	89° 46' 30"

Fuente: Elaboración propia

Esta investigación se realizó en el área que se encuentra dentro de los límites de la República de Guatemala, pues existe una parte de esta que se encuentra ubicada en El Salvador (Figura 1 y Cuadro 3).

Cuadro 3. Ubicación del área de la microcuenca

Ubicación del área de la microcuenca	Área (ha)	Área (%)
Guatemala	6,114	86.54 %
El Salvador	951	13.46 %
TOTAL	7,065	100 %

Fuente: Elaboración propia

La parte de la microcuenca que se estudió colinda al Norte con las aldeas de San Cristóbal Frontera y El Pretil, al Este con la Republica de El Salvador, al Oeste con las aldeas de Horcones, El Zapote y el Municipio de Yupiltepeque y al Sur con parte del municipio de Jerez.

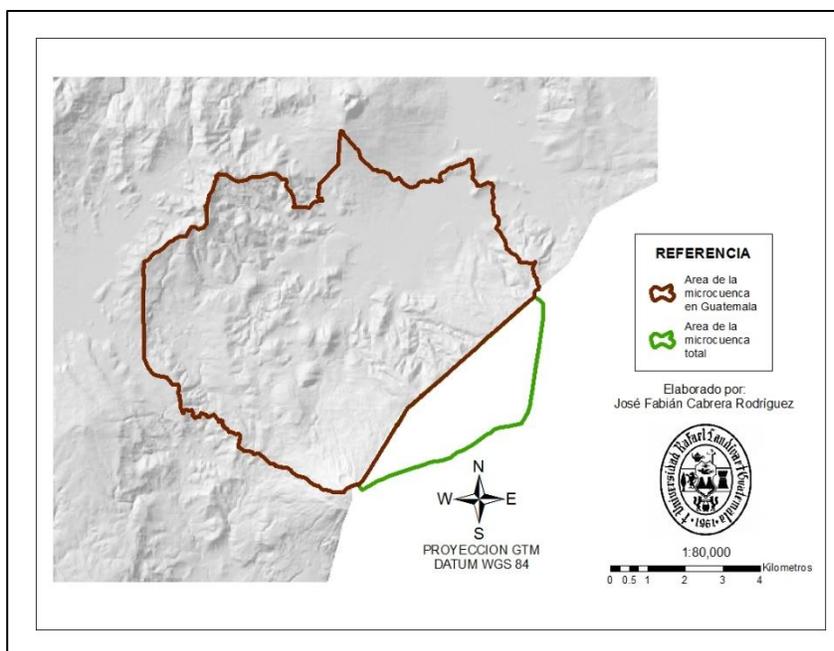


Figura 1. Límites de la microcuenca del río Atescatempa (Instituto Geográfico Nacional)

5.1.1. Recurso hídrico

La microcuenca del río Atescatempa desemboca en la laguna conocida como el Chagüitón, la cual tiene una extensión aproximada de un kilómetro cuadrado, aunque en época de lluvia puede alcanzar dos o tres kilómetros cuadrados (SEGEPLAN, 2011).

Además, en un monitoreo realizado por personal de la municipalidad de Atescatempa, se identificó que para el abastecimiento de agua para la población se cuenta con 15 fuentes de agua, de las cuales 4 son pozos mecánicos y 11 nacimientos, algunos de los cuales también abastecen aldeas que se encuentran ubicadas fuera de la microcuenca (Cuadro 4).

Cuadro 4. Ubicación de las fuentes de agua para consumo humano

COORDENADAS GTM			
No.	X	Y	Nombre
1	581484	1562823	Pozo Mecánico Florecitas
2	581492	1562912	Pozo Mecánico El Trapiche
3	585016	1563631	Pozo Mecánico La Pila, Aldea El Naranja
4	582712	1563744	Nacimiento Guacamayas, El Sitio

COORDENADAS GTM			
No.	X	Y	Nombre
5	579784	1563958	Nacimiento El Manantial
6	583235	1564376	Nacimiento Agua Zarca Aldea San Cristóbal Frontera
7	583260	1564484	Nacimiento Buenos Aires
8	585912	1564688	Nacimiento El Corozo El Matazano y Amatepeque
9	586062	1564747	Nacimiento El Corozo, Quebrada Seca
10	585282	1565239	Nacimiento El Marillo
11	581322	1567029	Pozo Mecánico Bello Horizonte
12	586864	1567733	Nacimiento El Obraje El Jicaral
13	579621	1567869	Nacimiento El Jocotón, Rosario Abajo y Hacienda Vieja
14	579628	1567904	Nacimiento El Jocotón Los Cerros
15	582529	1567979	Nacimiento Pila San Francisco

Fuente: Municipalidad de Atescatempa, 2014.

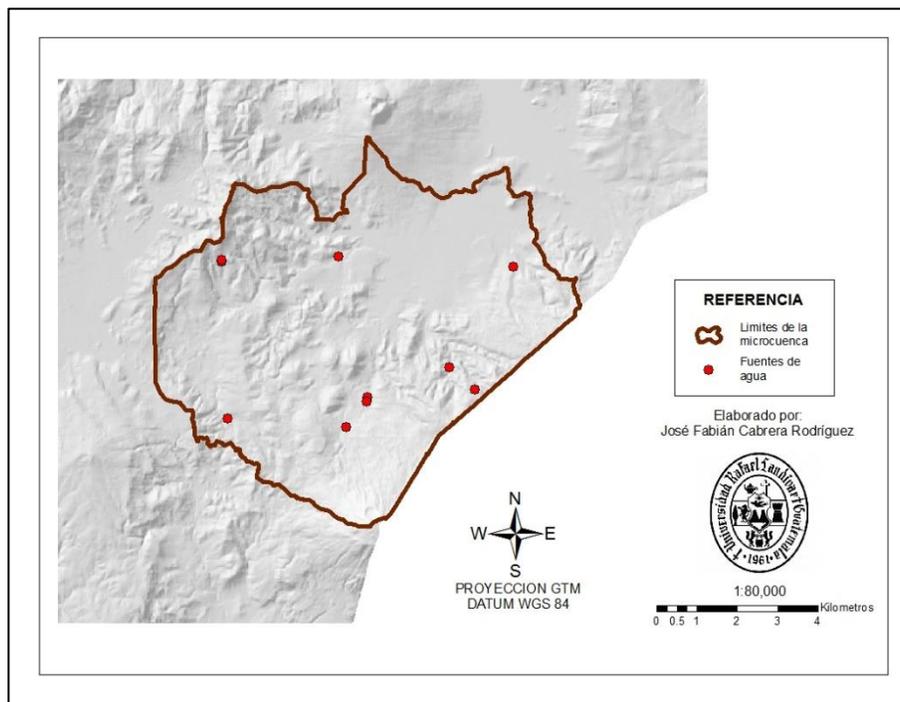


Figura 2. Ubicación de las fuentes de agua en la microcuenca (Instituto Geográfico Nacional)

5.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

5.2.1. Zonas de vida

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida según Holdridge, en la microcuenca de la laguna de Atescatempa se encuentran presentes las siguientes (Figura 3):

- **Bosque seco subtropical “bs-S”:** Esta zona se encuentra entre los 0 a 1200 msnm y se caracteriza porque la época de lluvias corresponde especialmente a los meses de junio a octubre, en los cuales la precipitación en promedio es de 855 milímetros. La temperatura de esta zona oscila entre los 19 y los 24 grados centígrados (MAGA, 1982).

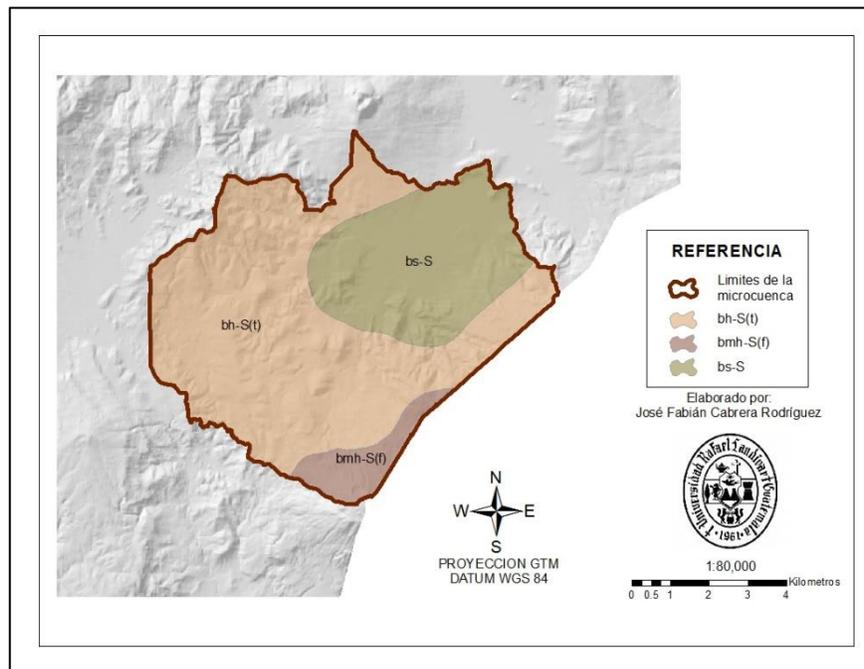


Figura 3. Zonas de vida de la microcuenca (Instituto Geográfico Nacional)

- **Bosque húmedo subtropical templado “bh-S(t)”:** Se encuentra entre los 650 a 1,700 msnm y se caracteriza porque la época de lluvias corresponde a los meses de mayo a noviembre, en los cuales la precipitación oscila entre 1,100 a 1,349 milímetros, y donde la temperatura media anual varía entre los 20 a 26 grados centígrados (MAGA, 1982).

- **Bosque muy húmedo subtropical frío “bmh-S(f):** se encuentra ubicada a una altura entre los 1,100 a 1,800 msnm, en donde la duración de las lluvias está en función de la vegetación presente en la zona, en las cuales el patrón de lluvia varía entre los 2,045 a 2,514 milímetros, con temperaturas que van de 16 a 23 grados centígrados (MAGA, 1982).

5.2.2. Suelos

Según el plan de desarrollo municipal (SEGEPLAN, 2011), dentro de la microcuenca se encuentran presentes 3 series de suelos de acuerdo con la clasificación de Simmons (Figura 4). Los suelos de la serie Mongoy, de color rojizo claro u oscuro, colocados en pendientes que van más allá del 10%, de pedregosidad variable, poseen buen drenaje y son suelos que van desde franco arcillosos a arcillosos. Los suelos Culma, con las mismas características de los suelos Mongoy, con la única diferencia que sus pendientes son menores del 10%. La serie de suelos Suchitán, que son de textura franco-arenosa de color gris a café claro. Suelos muy sueltos, profundos y con buen drenaje, en los que la topografía es quebrada en el 60% del terreno, especialmente en el caserío Las Vegas.

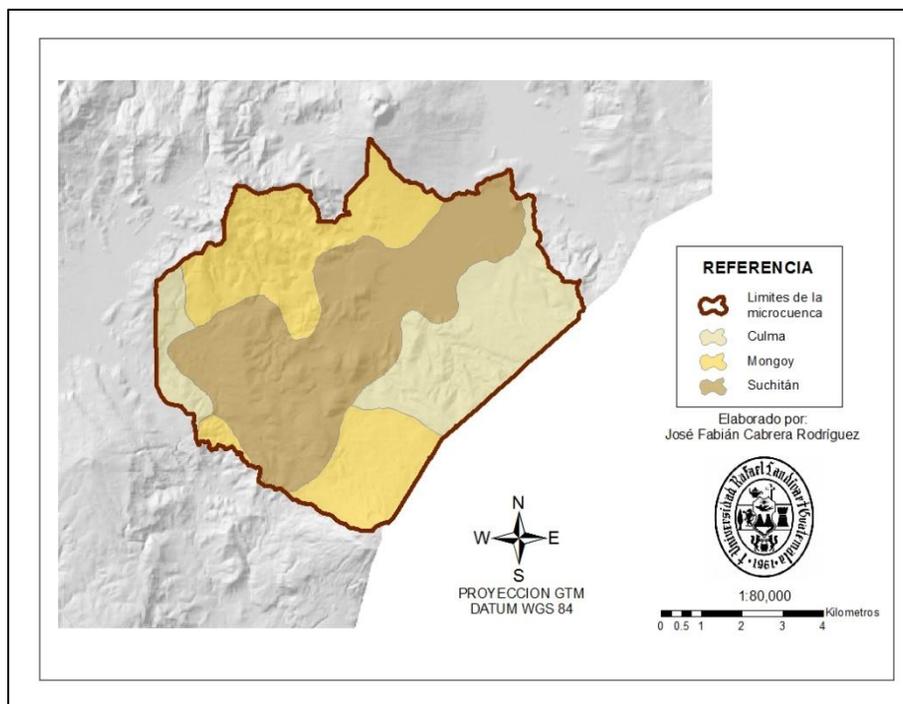


Figura 4. Serie de suelos de la microcuenca (Instituto Geográfico Nacional)

5.2.3. Geología

En relación a este tema, dentro de la microcuenca, se pueden encontrar las siguientes categorías geológicas:

- **Cenizas volcánicas (Qp):** Son cenizas y pómez de origen volcánico muy recientes del cuaternario, se encuentran en departamentos como San Marcos, Quetzaltenango, Sololá, Santa Rosa, Jutiapa y Guatemala (Herrera 2005).
- **Rocas volcánicas (Qv):** Esta clase de rocas son propias del cinturón volcánico, y a que su formación se debió a la aparición de la cadena volcánica que se localiza en Guatemala de este a oeste. Estas rocas se formaron al principio del periodo cuaternario (Herrera 2005).
- **Rocas volcánicas sin dividir (Tv):** Son rocas que pertenecen al cinturón volcánico y se formaron durante el periodo Terciario (Herrera 2005).

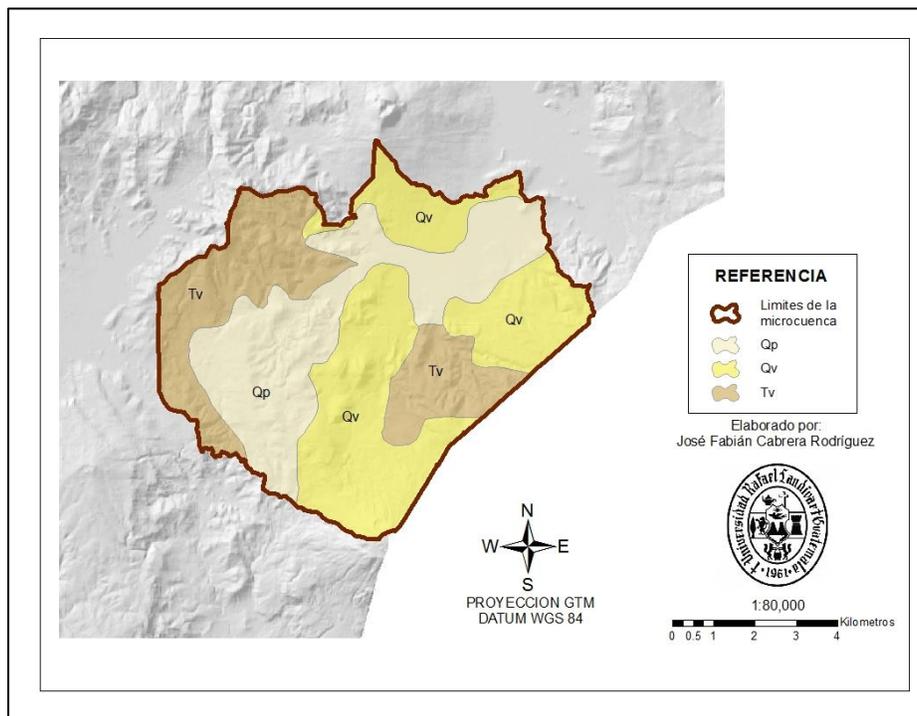


Figura 5. Geología de la microcuenca (Instituto Geográfico Nacional)

5.2.4. Uso actual de la tierra

Según el mapa de uso actual de la tierra generado en el año 2012, los usos de la tierra para el área que cubre la microcuenca del río Atescatempa son los siguientes:

Cuadro 5. Uso actual de la tierra en la microcuenca

Categorías	Área cubierta en 2012 (ha)
Agricultura anual	2,480
Bosques	46
Café	1,670
Pastizales	970
Vegetación arbustiva baja	946
TOTAL	6,113

Fuente: Mapa de cobertura vegetal y usos de la tierra (2012)

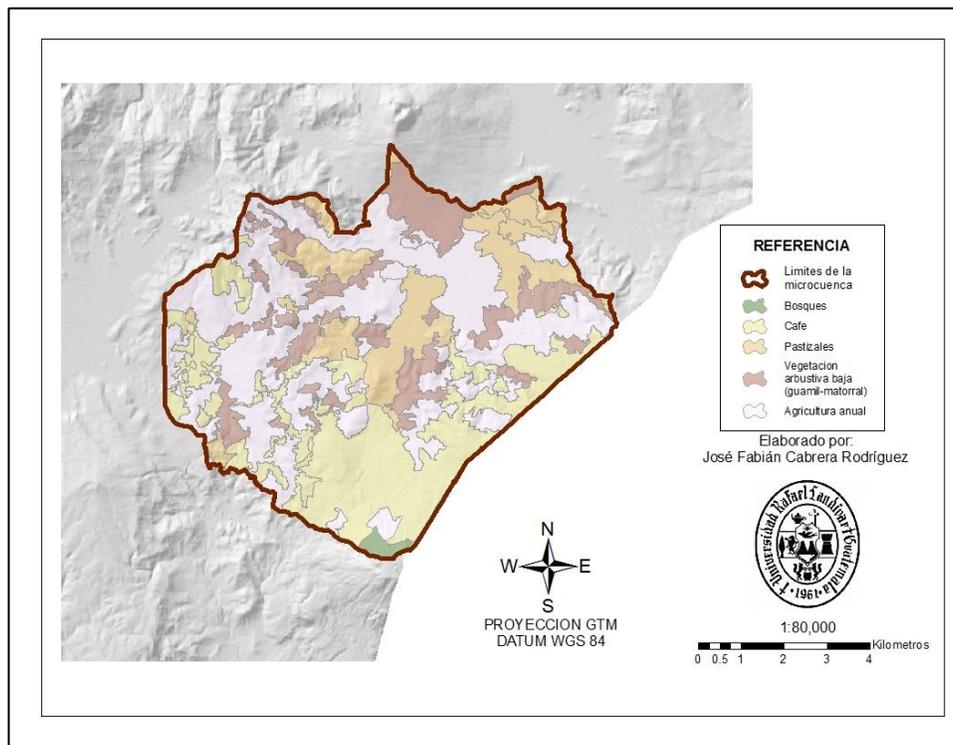


Figura 6. Uso actual de la tierra de la microcuenca (Mapa de cobertura vegetal y usos de la tierra 2012)

5.3. SUJETO O UNIDAD DE ANÁLISIS

Los sujetos o unidades de análisis en esta investigación fueron las características biofísicas de la microcuenca de acuerdo con la metodología de identificación de “tierras forestales de captación y regulación hidrológica” desarrollada por INAB (2004), los cuales son:

- **Serie de suelos:** Es una de las primeras capas de análisis con que se contó para empezar a determinar las diferentes unidades de mapeo dentro la microcuenca.
- **Geología:** Juntamente con las series de suelo, esta capa define las unidades de mapeo, pues al combinarlas se determinó las unidades que tienen en común un tipo de suelo, y mismo material geológico.
- **Uso actual de la tierra:** Se utilizó el uso actual de la tierra para poder determinar el tipo de vegetación que se encuentre presente en la microcuenca, pues es un factor que determina la infiltración del agua que precipita, y también se utiliza para determinar las unidades de muestro, para lo cual el presente estudio también actualizó los usos que se muestran en el cuadro No. 5.

5.4. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el presente trabajo se utilizó una investigación descriptiva, en la cual se pueden distinguir las siguientes etapas:

- Fase de gabinete inicial
- Fase de campo
- Fase de gabinete

5.5. INSTRUMENTOS A UTILIZAR

- Software para el procesamiento de Información Geográfica
- Mapas temáticos de la microcuenca (geología, suelos, cobertura forestal, entre otros)
- Receptor GPS
- Datos Climáticos Históricos Mensuales
- Herramientas para la toma de muestras de suelo y la realización de pruebas de infiltración básica.
- Software Microsoft Excel
- Matriz para el cálculo del Balance Hídrico de los suelos

5.6. PROCEDIMIENTO

Con base a los objetivos planteados en esta investigación, el procedimiento se dividió de la siguiente manera:

5.6.1. Estimación de la recarga hídrica natural de la microcuenca

a. Fase de gabinete inicial

Se recopiló toda la información existente en cuanto a estudios realizados anteriormente en el área de la microcuenca del río Atescatempa sobre recursos naturales, así como también se identificaron mapas temáticos como geología, series de suelos, uso actual de la tierra, mapas de cuencas hidrográficas y datos climáticos históricos.

Además, con el apoyo de los mapas temáticos mencionados anteriormente se identificaron unidades de mapeo con base a la transposición de mapas que contienen en común algunas características en específico que puedan afectar la recarga hídrica y que sirvieron como guía para la fase de campo. En dichas unidades de mapeo se identificó un punto de muestreo por cada una en los cuales posteriormente se realizó las

recolecciones de datos sobre velocidad de infiltración, variables físicas del suelo y características para la determinación de la capacidad de uso del suelo.

a. Fase de campo

Ubicados los puntos de muestreo en las diferentes unidades de mapeo, se procedió a obtener información en campo necesaria para realizar el balance hídrico de los suelos, en primer punto, se tomaron muestras de suelo que posteriormente fueron enviadas a un laboratorio de suelos para poder determinar los valores de los distintos grados de humedad (Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente), densidad aparente, textura y porcentajes de partículas de los diferentes suelos.

Posteriormente se procedió a realizar las pruebas de infiltración por el método Porchet, las cuales se realizaron en las diferentes unidades de mapeo y las que consistieron en perforar un agujero de radio y altura conocida, a los que se les agregó agua hasta el punto de saturación y se midieron cambios de altura a lo largo del tiempo hasta que la velocidad de infiltración se hizo constante.

b. Fase de gabinete final

Con la información recolectada en la fase anterior se procedió a realizar el balance hídrico de los suelos con la finalidad de determinar el volumen total de la recarga que se da en la cuenca, de la forma siguiente:

- **Determinación de la evapotranspiración potencial y real.** Según Noriega (2005) el cálculo de la evapotranspiración potencial se debe utilizar el método de Hargreaves pues es uno de los más prácticos y confiables:

$$ETP = 0.0075 * TMF * RSM$$

Dónde:

ETP: Evapotranspiración potencial en mm/mes

TMF: Temperatura media mensual en grados Fahrenheit

RSM: Radiación solar incidente mensual

Para el cálculo de la evapotranspiración real se utiliza la fórmula propuesta por Schosinsky (2006) donde se asume que la evapotranspiración real es la combinación que existe entre la evapotranspiración potencial y los factores del suelo:

$$ETR = ETP * \left(\frac{C_1 + C_2}{2} \right)$$

Dónde:

ETR: Evapotranspiración real

ETP: Evapotranspiración potencial

C1 y C2: se calculan con base a los grados de humedad del suelo (CC y PMP)

- **Determinación de la precipitación efectiva:** La precipitación efectiva se considera como la porción de la precipitación que logra infiltrarse en el suelo y que se encuentra disponible para ser utilizada por las raíces de las plantas o para recargar el acuífero. Para determinar los factores que intervienen en ella se calculó primero la infiltración básica por medio del método de Porchet y posteriormente se determinó la precipitación efectiva por medio de la siguiente fórmula propuesta por Schosinsky (2006):

$$Pef = (Ci)(P - Ret)$$

Dónde:

Ret = Retención de lluvia mensual.

Ci = Coeficiente de infiltración ($K_{fc} + K_p + K_v$), donde se considera la relación entre infiltración de agua en suelos y la intensidad de lluvia (K_{fc}), factor de pendiente del terreno (K_p) y el factor de cobertura vegetal del terreno (K_v).

P = Precipitación mensual

- **Calculo de la recarga hídrica natural:** para el cálculo de esta variable, con datos obtenidos anteriormente como la evapotranspiración real y la precipitación efectiva se realizó por medio de la siguiente formula (Schosinsky, 2006):

$$Rp = Pi + Hsi - ETR - Hsf$$

Dónde:

Rp = Recarga potencial

Pi = Precipitación que infiltra (precipitación efectiva)

Hsi = Humedad inicial del suelo

Hsf = Humedad final del suelo

ETR = Evapotranspiración real

- **Realización del balance hídrico de suelos:** para el balance hídrico se utilizó la siguiente formula:

$$Pp = ETR + esc + ret + rec$$

Dónde:

Pp: Precipitación pluvial

ETR: Evapotranspiración real

Esc: Escorrentía superficial

Ret: Retención vegetal

Rec: Recarga hídrica

5.6.2. Determinar las categorías de zonas de captación y regulación hidrológica de la microcuenca del río Atescatempa

a. Categorización de las áreas de recarga hídrica

En relación a la categorización de las áreas de recarga hídrica se tomó como base los valores de recarga hídrica que se obtuvieron de los balances hídricos, y bajo un criterio cuantitativo se dividieron dichos valores en cuatro clases (Baja, Media, Alta y Muy Alta capacidad de recarga hídrica).

b. Determinación de la capacidad de uso de la tierra

La determinación de la capacidad de uso de la tierra se hizo mediante la metodología de INAB, en la cual mediante las variables pendiente y profundidad y mediante las variables modificadoras drenaje y pedregosidad se determinaron las capacidades de uso de toda la microcuenca.

Para la recolección de datos de las variables anteriormente mencionadas, se tomaron como base los puntos de muestreo que se utilizaron en las pruebas de infiltración y en la recolección de las muestras de suelo, para posteriormente, mediante un software de análisis de información geográfica proceder a realizar la determinación de las diferentes capacidades.

c. Determinación de las zonas de captación y regulación hidrológica

Luego de la categorización de las áreas de recarga hídrica y la determinación de la capacidad de uso, se categorizaron dichas unidades de mapeo con la metodología de "Tierras Forestales de Captación y Regulación Hidrológica" la cual considera básicamente condiciones específicas de geología, capacidad de uso, infiltración básica, recarga anual y la ubicación relativa de las unidades de mapeo dentro de la cuenca.

Según INAB (2004), las áreas se tuvieron que evaluar en cada uno de los aspectos mencionados anteriormente y luego de la sumatoria de todos los códigos se obtuvo como resultado la categoría en la cual se ubica dicha área. Dichos códigos de evaluación se muestran a continuación:

Cuadro 6. Matriz de evaluación de la geología

Geología	Código
Rocas ígneas o metamórficas no fracturadas (I, Tv)	0
Rocas ígneas o metamórficas fracturadas (Qv, Qp)	1
Arenas finas, basaltos, permeables, karst	2
Arenas gruesas y gravas (Qa)	3

FUENTE: (INAB 2004)

Cuadro 7. Matriz de evaluación de la geología

Capacidad de uso	Código
Tierras forestales de protección (Fp)	8
Tierras forestales de producción (F)	7
Agroforestería con cultivos permanentes (Ap)	5
Sistemas silvopastoriles (Ss)	5
Agroforestería con cultivos anuales (Aa)	3
Agricultura con mejoras (Am)	1
Agricultura sin limitaciones (A)	0

FUENTE: (INAB 2004)

Cuadro 8. Matriz de evaluación de la infiltración básica

Tasa de infiltración básica (cm/hr)	Código
<0.15	0
0.15 – 1.5	1
>1.5 – 15	2
>15	3

FUENTE: (INAB 2004)

Cuadro 9. Matriz de evaluación de la recarga anual

Recarga anual (mm/año)	Código
0 - 150	0
150 - 350	1
350 – 650	2
650 – 1000	3
>1000	4

FUENTE: (INAB 2004)

Cuadro 10. Matriz de evaluación de la ubicación relativa potencial

Ubicación relativa potencial	Código
Recarga de un acuífero colgado (potencialmente en la parte alta de una cuenca)	4
Área de descarga (Variable)	3
Recarga de un acuífero confinado o zona saturada aprovechable (Variable)	2
Recarga de acuíferos a bajas altitudes, en partes muy bajas de la cuenca (potencialmente acuíferos muy profundos con dificultad de aprovechamiento)	1

FUENTE: (INAB 2004)

Finalmente, la sumatoria de los valores asignados en cada uno de los criterios para cada unidad de mapeo, permitió que se definieran la categoría de tierras forestales de captación y regulación hidrológica a la que pertenecen.

Cuadro 11. Criterios de categorización de tierras forestales de captación y regulación hidrológica

Categoría	Rango
TF de baja captación y regulación hidrológica	< 10
TF de moderada captación y regulación hidrológica	11 – 14
TF de alta captación y regulación hidrológica	15 – 18
TF de muy alta captación y regulación hidrológica	19 – 23

FUENTE: (INAB 2004)

- **Elaboración de mapa de recarga hídrica:** De acuerdo con la categorización obtenida en las unidades de mapeo se realizó un mapa de la microcuenca que contiene los valores de recarga anual y la respectiva categorización de la recarga anual y de la categorización de tierras forestales de captación y regulación hidrológica, esto con la ayuda de un software que procesa información geográfica.

5.6.3. Determinación del uso actual de la tierra

Para la determinación del uso actual se utilizó como base el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra 2012 el cual luego fue actualizado mediante recorridos de campo con los cambios que se observaron hasta ese momento, el procedimiento a seguir fue el siguiente:

a. Fase de gabinete inicial

Con la capa tipo raster del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra 2012 se procedió a identificar los diferentes usos que se tienen dentro de los límites de la microcuenca del río Atescatempa, poniendo especial atención a los límites de cada uso con el objetivo de posteriormente corroborar en campo si dichos usos aún siguen igual.

b. Fase de campo

Con la ayuda de un mapa con la capa de cobertura vegetal y uso de tierra 2012 de la microcuenca en los recorridos que se realizaron para recolectar las muestras de suelo de las diferentes zonas de mapeo, así como también en la realización de las pruebas de infiltración se recolectaron datos sobre los posibles cambios de cobertura que se den en toda la microcuenca.

En las áreas donde se localizaron cambios en la cobertura se tomaron coordenadas con un receptor GPS para posteriormente en gabinete realizar las correcciones necesarias a la capa de cobertura vegetal.

c. Fase de gabinete final

Para la generación de los usos actuales dentro de la microcuenca como se mencionó anteriormente se utilizó un software de análisis de información geográfica con el cual se hicieron las correcciones necesarias a la capa de cobertura vegetal 2012 con la ayuda de los datos y coordenadas obtenidas en la fase de campo de manera que, se identifiquen correctamente todos los usos de la microcuenca.

Dichas formas vectoriales de los diferentes usos actuales son las que se utilizarán posteriormente para compararlos con las zonas de recarga hídrica y proponer lineamientos generales de gestión de dichas áreas.

5.6.4. Propuesta de lineamientos generales de gestión

La propuesta de lineamientos generales de gestión se realizó por medio de la zonificación territorial del área, la cual considera al igual que la metodología de “tierras forestales de captación y regulación hidrológica” el uso de la capacidad de uso de la tierra para su determinación, para dicha zonificación se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

a. Determinación de la Intensidad de Uso de la Tierra

Para la determinación de esta variable se procedió a realizar, con el apoyo de un software de análisis de información geográfica un cruce de las capas de uso actual de la tierra y la capa de la capacidad de uso determinada con anterioridad, luego de definidos dichos cruces, y con la ayuda de códigos asignados a estas capas se determinaron usos adecuados, sub usos y sobre usos de los suelos dentro de la microcuenca, los códigos utilizados en este procedimiento son los siguientes:

Cuadro 12. Códigos utilizados para el uso actual en la determinación de la intensidad de uso

Descripción Uso Actual	Código
Agricultura Anual	100
Bosque	200
Café	300
Pastizales	400
Sobrepastoreo	500
Guamil	600

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13. Códigos utilizados para la capacidad de uso en la determinación de la intensidad de uso

Descripción Capacidad de Uso	Código
Aa	1
Am	2
Ap	3
F	4
Ss	6

Fuente: Elaboración propia

b. Determinación de la zonificación territorial

Después de realizada la determinación de la intensidad de uso, se procedió a definir la zonificación territorial de la microcuenca, para lo cual, aquellas zonas que presentaron un sobreuso de sus capacidades se definieron como zonas de restauración ecológica, aquellas que presentaron un uso adecuado, se identificaron como zonas de desarrollo agrícola, ganadero, forestal, agroforestal o cultivos permanentes según su uso actual y aquellas que presentaron un subuso, se identificaron como zonas de desarrollo potencial agrícola, ganadero, forestal, agroforestal y cultivos permanentes según su uso actual (Cuadro 14).

Cuadro 14. Definición de las categorías y subcategorías de zonificación

Descripción Uso Actual	Descripción Capacidad de Uso	SUMATORIA	Intensidad de Uso	Codificación Zonificación Nivel 1
Agricultura Anual	Aa	101	Sobreuso	D11
	Am	102	Sobreuso	D11
	Ap	103	Sobreuso	D11
	F	104	Sobreuso	D11
	Ss	106	Sobreuso	D11
Bosques	Ap	203	Subuso	C/7
	F	204	Uso Adecuado	C/6
	Fp	205	Uso Adecuado	C/10
Café	Aa	301	Subuso	A/2
	Am	302	Subuso	A/2
	Ap	303	Uso Adecuado	C/9
	F	304	Sobreuso	D11
	Fp	305	Sobreuso	D11
Pastizales	Ss	306	Subuso	A/3
	Aa	401	Subuso	A/2
	Am	402	Subuso	A/2
Sobrepastoreo	Ss	406	Sobreuso	D11
	Aa	501	Sobreuso	D11
	Am	502	Sobreuso	D11
	Ap	503	Sobreuso	D11
	Ss	506	Sobreuso	D11
Guamil	Aa	601	Subuso	A/2
	Am	602	Subuso	A/2
	Ap	603	Sobreuso	D11
	Ss	606	Uso Adecuado	C/10

Fuente: Elaboración propia

Los códigos para identificar las diferentes categorías y subcategorías del nivel 1 de zonificación territorial se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 15. Categorías y subcategorías del nivel 1 de zonificación territorial

Código	Descripción de posibles categorías de zonificación
A	Zonas de desarrollo potencial agrícola, ganadero y urbano
A/1	Desarrollo potencial para la agroindustria y/o expansión urbana
A/2	Desarrollo potencial para la agricultura con técnicas de conservación de suelos y sistemas agroforestales
A/3	Desarrollo potencial para ganadería y sistemas silvopastoriles
B	Zonas de desarrollo agrícola/ganadero actual
B/4	Desarrollo de agricultura tecnificada
B/5	Desarrollo de actividades agropecuarias
C	Zonas de desarrollo forestal, agroforestal y cultivos permanentes
C/6	Desarrollo de la producción forestal
C/7	Desarrollo potencial para la producción agroforestal/permanentes
C/8	Desarrollo potencial para la producción forestal
C/9	Desarrollo de la producción agroforestal y/o cultivos permanentes
C/10	Conservación del bosque con fines de belleza escénica, recreación y/o para la investigación ecológica
D	Zonas de restauración ecológica
D/11	Restauración ecológica
E	Zonas de desarrollo urbano
E/5	Desarrollo urbano

Fuente: Elaboración propia

Ya determinado el nivel 1 de zonificación territorial, se procedió a identificar zonas especiales de protección dentro de la microcuenca, tales como franjas ribereñas del río Atescatempa, nacimientos de agua y áreas protegidas, a las cuales también se les asignó un código de zonificación territorial en base al cuadro siguiente:

Cuadro 16. Categorías y subcategorías del nivel 2 de zonificación territorial

Código	Descripción de posibles categorías de zonificación
F	Áreas protegidas
F/13	Uso restringido para el desarrollo agropecuario, forestal o de expansión urbana
F/14	Protección ecológica del bosque
F/15	Restauración ecológica del bosque
F/16	Zonas tradicionales de desarrollo agropecuario
F/17	Desarrollo urbano
G	Zonas de protección de riberas fluviales y fuentes de agua
G/18	Uso restringido para el desarrollo agropecuario, forestal o de expansión urbana
G/19	Protección ecológica del bosque ribereño
G/20	Restauración ecológica de franjas ribereñas
G/21	Asentamientos humanos en franjas ribereñas
G/22	Protección de fuentes de agua

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de la franja ribereña del río Atescatempa se recurrió a la metodología RQI (Riparian Quality Index), en la cual, para la determinación de su atributo número dos indica que se deben evaluar las dimensiones de anchura del espacio ribereño con vegetación natural asociada al río, en la que para valles tipo II como los que se presentan en la microcuenca para que ese espacio este en óptimo estado debe contar con 15 metros de vegetación asociada al río con una cobertura superior al 50%.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. ESTIMACIÓN DE LA RECARGA HÍDRICA NATURAL DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ATESCATEMPA

6.1.1. Caracterización de las unidades de mapeo

Como resultado del cruce de las capas de información de uso (cobertura vegetal y uso de la tierra 2012), serie de suelos (Simmons) y geología (Instituto Geográfico Nacional), se determinaron las unidades de mapeo, para lo cual se definió un sistema de codificación que describe el resultado del cruce de estas tres capas de información. Estos resultados se muestran en el cuadro 17 y se evidencia que las mayores áreas corresponden a las unidades 1203 (898.10 ha), 1101 (515.75 ha) y 3102 (467.74 ha). Para el caso del territorio “1203” la cobertura vegetal predominante corresponde a la agricultura anual, suelos “Suchitan” y geológica “Rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez”, el territorio “1101” la cobertura vegetal corresponde a la agricultura anual, suelos “Mongoy” y geología “Rocas volcánicas sin dividir”, y el “3102” cuenta con el cultivo del Café como cobertura vegetal, suelos “Mongoy” y geología “Rocas volcánicas”.

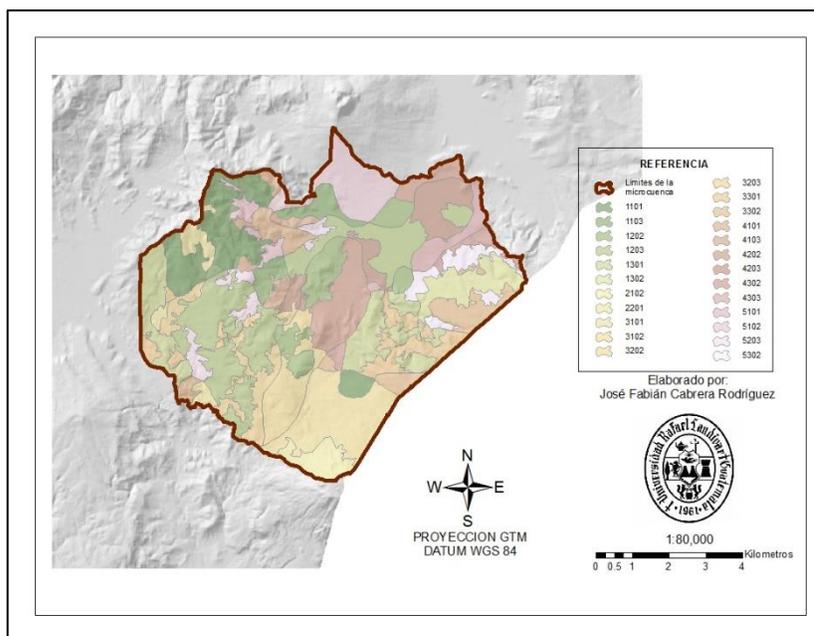


Figura 7. Unidades de mapeo definidas en la microcuenca (Elaboración propia)

Cuadro 17. Características de las unidades de mapeo de acuerdo al cruce de mapas realizado

No.	Unidad de Mapeo	Cobertura	Suelos	Geología*	Área (ha)
1	1101	Agricultura Anual	Mongoy	Tv	515.75
2	1103	Agricultura Anual	Mongoy	Qp	167.62
3	1202	Agricultura Anual	Suchitan	Qv	319.44
4	1203	Agricultura Anual	Suchitan	Qp	898.10
5	1301	Agricultura Anual	Culma	Tv	500.22
6	1302	Agricultura Anual	Culma	Qv	220.38
7	2102	Bosque	Mongoy	Qv	133.71
8	2201	Bosque	Suchitan	Tv	19.05
9	3101	Café	Mongoy	Tv	105.19
10	3102	Café	Mongoy	Qv	467.74
11	3202	Café	Suchitan	Qv	233.71
12	3203	Café	Suchitan	Qp	262.66
13	3301	Café	Culma	Tv	260.54
14	3302	Café	Culma	Qv	216.45
15	4101	Pastizales	Mongoy	Tv	161.44
16	4103	Pastizales	Mongoy	Qp	81.61
17	4202	Pastizales	Suchitan	Qv	367.28
18	4203	Pastizales	Suchitan	Qp	283.03
19	4302	Pastizales	Culma	Qv	78.58
20	4303	Pastizales	Culma	Qp	130.58
21	5101	Guamil	Mongoy	Tv	77.32
22	5102	Guamil	Mongoy	Qv	317.85
23	5203	Guamil	Suchitan	Qp	136.80
24	5302	Guamil	Culma	Qv	157.71

Fuente: Elaboración Propia

* = Tv: Rocas volcánicas sin dividir, Qv: Rocas Volcánicas, Qp: Rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez

6.1.2. Estimación de la recarga hídrica natural

Tal y como se mencionó en el apartado 5.6.1 para poder determinar la recarga hídrica natural se realizó inicialmente un cruce de los mapas de uso actual de la tierra, serie de suelos y geología, dando como resultado unidades de mapeo (Cuadro 17) en las cuales se realizaron las pruebas de infiltración y donde se determinaron las características

físicas del suelo (textura y densidad aparente) y las constantes de humedad (capacidad de campo y punto de marchitez permanente). Como producto de esto, se determinó la recarga hídrica natural en la microcuenca del río Atescatempa. Los resultados de este proceso muestran que en la microcuenca existe una recarga hídrica natural promedio de 357.56 mm/año (Cuadro 18).

Los valores más altos de recarga hídrica se determinaron para las unidades de mapeo 2102 y 3102 con valores de 676.88 y 591.99 mm/año respectivamente. Estos resultados obedecen a la presencia de suelos Mongoy y Rocas Volcánicas, a la cobertura vegetal existente (bosque para unidad 2102 y café con sombra para la 3102). y debido a que se encuentran ubicadas en las partes más altas de la microcuenca, cubriendo las faldas del volcán Chingo. Otro aspecto importante de mencionar es que en estas áreas se registran las temperaturas más bajas con valores promedio de 18.5 °C (Anexo 1) y las precipitaciones más altas con valores que alcanzan los 1890 mm (Anexo 2). Estos dos factores de acuerdo con INAB (2004) son los que intervienen en la recarga hídrica. La temperatura produce un efecto sobre la evapotranspiración y la precipitación por ser la fuente primaria para que se origine la recarga de los mantos freáticos. Esta recarga depende de las características de las lluvias, en intensidad y duración y por su puesto de las características biofísicas de los territorios.

Así mismo, es importante resaltar que esta alta recarga hídrica obedece a la presencia de suelos de texturas Franca y Franca Arcillo Arenosa de acuerdo con los análisis de suelos (Cuadro 19). Estos hallazgos coinciden con lo descrito por MAGA (2003), donde se afirma que los suelos “Mongoy” se caracterizan por poseer buena infiltración.

Las áreas de recarga media se ubican en la parte media y baja de la microcuenca, con valores de recarga que oscilan entre los 255 a 358 mm/año (Cuadro 18) y son áreas cuyo uso de la tierra corresponden principalmente a cultivos anuales.

Es importante mencionar que según los análisis de suelos (Cuadro 19), estas unidades de mapeo se caracterizan por la presencia de texturas arcillosas, característica que indica

que la mayor parte de agua que se infiltra en estos suelos queda retenida en las capas superficiales de este y de acuerdo con INAB (2004), mientras menor sea la capacidad de los suelos para retener el agua infiltrada, mayores serán las posibilidades de que esta agua pase a formar parte de estratos inferiores hasta alcanzar el acuífero.

Cuadro 18. Recarga hídrica anual en la microcuenca del río Atescatempa

No.	Código Unidad de Mapeo	Área (ha)	Recarga hídrica natural (mm/año)
1	1101	515.75	321.67
2	1103	167.62	255.47
3	1202	319.44	358.30
4	1203	898.10	269.53
5	1301	500.22	348.36
6	1302	220.38	284.92
7	2102	133.71	676.88
8	2201	19.05	255.23
9	3101	105.19	366.87
10	3102	467.74	591.99
11	3202	233.71	463.96
12	3203	262.66	413.95
13	3301	260.54	416.93
14	3302	216.45	385.56
15	4101	161.44	264.81
16	4103	81.61	306.53
17	4202	367.28	373.72
18	4203	283.03	385.70
19	4302	78.58	346.45
20	4303	130.58	238.25
21	5101	77.32	310.68
22	5102	317.85	230.77
23	5203	136.80	346.26
24	5302	157.71	363.89
TOTAL		6113	$\bar{X} = 357.36$

Fuente: elaboración propia con base a la realización de balances hídricos

Las áreas de recarga hídrica alta se ubican en la parte media y alta de la microcuenca, con valores de recarga que varían entre los 366 a 591 mm/año (Cuadro 18). El uso actual de estas áreas es el cultivo del café. Se debe tener en cuenta que estos valores se dan

en parte, debido a la gran cobertura que aportan las especies forestales que se establecen con el cultivo del café.

Además, estas unidades con cultivo del café como uso actual registran temperaturas que varían entre los 20 a 23 °C durante todo el año (Anexo 1), y precipitaciones altas con valores que alcanzan los 1,532.5 mm/año en promedio (Anexo 2), factores que influyen para que la recarga hídrica sea alta como ya se mencionó con anterioridad.

Cuadro 19. Resultados obtenidos en los análisis de suelos de la microcuenca

Unidad de Mapeo	Densidad aparente (gr/cc)	CC	PMP	% Arcilla	% limo	% arena	Clase Textural
1101	0.93	23.33	15.4	45.58	31.65	22.77	Arcillosa
1103	1.08	23.6	13.6	24.48	46.42	29.1	Franca
1202	0.78	36.73	20.4	28.7	27.43	43.87	Franco Arcillosa
1203	1.14	26.13	11.47	24.48	25.32	50.2	Franca
1301	1.03	23.53	16.47	28.7	31.65	39.65	Franco Arcillosa
1302	0.97	23.8	18.73	56.13	25.32	18.55	Arcillosa
2102	0.87	41.4	24.73	18.15	35.87	45.98	Franca
2201	0.91	23.73	13.33	18.15	27.43	54.42	Franco arenosa
3101	0.93	23.53	22.08	28.7	21.1	50.2	Franco arcillo arenosa
3102	1.05	29.53	14	28.7	21.1	50.5	Franco arcillo arenosa
3202	0.97	24.53	15.8	24.48	31.65	43.37	Franca
3203	1.05	26.6	13.67	32.92	37.98	29.1	Franco Arcillosa
3301	1.08	19.27	10.73	43.47	23.21	33.32	Arcillosa
3302	1.09	20.13	14.6	43.47	23.21	33.32	Arcillosa
4101	1.14	25.83	10.27	18.15	31.65	50.2	Franca
4103	1.25	17.47	7.73	18.15	21.1	60.75	Franco arenosa
4202	1.05	21.07	11.27	32.92	37.98	29.1	Franco Arcillosa
4203	0.99	24.73	14.8	22.37	31.65	45.98	Franca
4302	1.02	30.27	18.8	56.13	25.32	18.55	Arcillosa
4303	0.88	29.67	21.2	56.13	25.32	18.55	Arcillosa
5101	1.3	13.4	6.6	13.93	14.77	71.3	Franco arenosa
5102	0.66	60.07	24.17	60.35	35.87	3.78	Arcillosa
5203	0.98	25	14.27	26.59	3.76	39.65	Franco Arcillosa
5302	1.11	20.6	12.73	39.25	31.65	29.1	Franco Arcillosa

Fuente: Laboratorio de suelos del CUNORI (2016)

Según el cuadro 17, aquellas áreas donde su uso actual son los pastizales se ubican en la parte baja de la microcuenca con valores de recarga hídrica que varían entre los 238 a 285 mm/año (Cuadro 18), en conjunto, estas seis unidades representan el 18% del área de la microcuenca, la cual se ve favorecida por la precipitación que se registra en estas áreas, mismas que ascienden a aproximadamente 1,424 mm/año en promedio (Anexo 2), aunque sean suelos sin mucha cobertura vegetal debido a que se tienen suelos mal manejados, con presencia de texturas arcillosas y sobre pastoreo.

Las áreas de recarga hídrica más baja se ubican también en la parte baja de la microcuenca, con valores de recarga que oscilan entre los 230 a 363 mm/año (Cuadro 18), son áreas cuyo uso actual de la tierra corresponde a la vegetación arbustiva baja. Es dentro de estas donde se encuentra la unidad de mapeo que posee el valor de recarga más bajo, siendo la unidad "5102" (Suelos "Mongoy" y Rocas Volcánicas) con 230.77 milímetros anuales, esto según los datos obtenidos, los cuales indican que es en esta área en donde se presenta la temperatura promedio más alta de toda la microcuenca con 24 °C (Anexo 1) y la precipitación más baja con 1,378 milímetros anuales (Anexo 2), confirmando como ya se mencionó anteriormente que estas dos variables están directamente relacionadas con la recarga hídrica. Además, es un área donde la textura del suelo es arcillosa por lo que la capacidad de infiltración del suelo se ve reducida cuando el suelo retiene toda la humedad en la parte superficial después de una lluvia.

6.2.DETERMINACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE ZONAS DE CAPTACIÓN Y REGULACIÓN HIDROLÓGICA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ATESCATEMPA.

Dentro de la determinación de las tierras forestales de captación y regulación hidrológica, en primer lugar, cabe resaltar que se desarrolló un mapa con la capacidad de recarga hídrica y la capacidad de uso de cada una de las unidades de mapeo. Esto dio como resultado la determinación de dos categorías de zonas de captación y regulación hidrológica dentro de la microcuenca por medio de la asignación de valores a cada uno de los criterios de categorización que se explicaron en el apartado 5.6.2.

De estas categorías, 2,143 hectáreas del área total de la microcuenca (Cuadro 20) se clasificaron como tierras forestales de moderada captación y regulación hidrológica, de los cuales el 14% se encuentra en la parte alta de la microcuenca, donde existe una mayor cobertura gracias al cultivo del café, que como ya se mencionó, forma un buen sistema agroforestal al estar en conjunto con especies forestales.

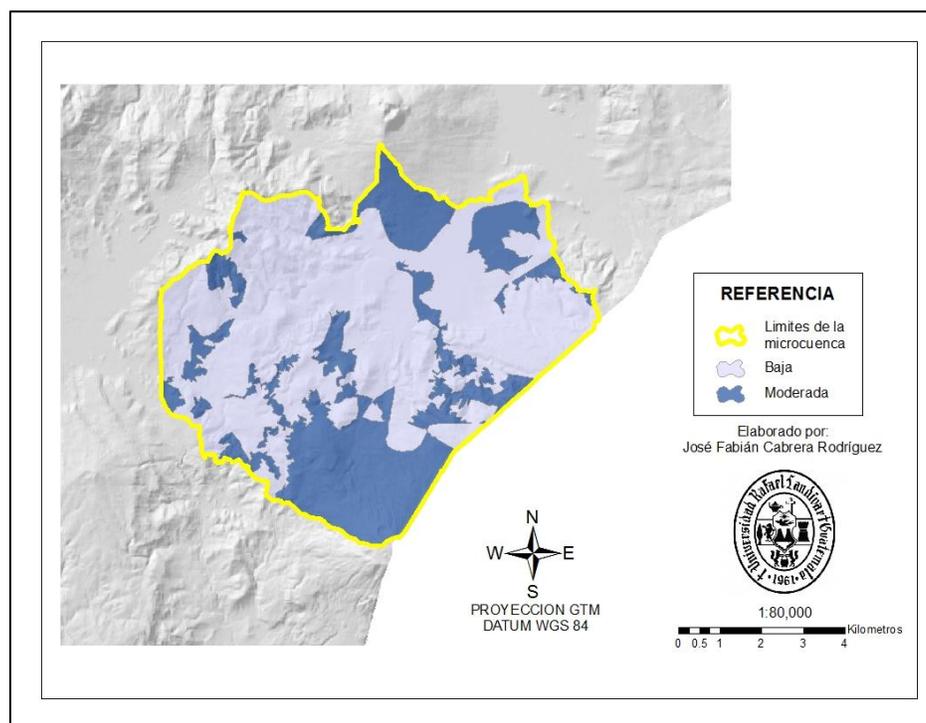


Figura 8. Tierras forestales de captación y regulación hidrológica de la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)

Estas áreas de moderada captación y regulación hidrológica según los valores asignados muestran que, la mayoría se encuentran ubicados en áreas con capacidad para prácticas de “Agroforestería con cultivos permanentes” como se puede ver en la figura 9. Dichas áreas según INAB (2000) tienen la particularidad de poseer limitaciones con la pendiente y profundidad, así como también, su tasa de infiltración básica se encuentra entre los 1.5 a 15 milímetros por hora. Por lo que estas tierras, aunque se encuentran en un nivel menor de importancia con relación a las de alta y muy alta captación y regulación hidrológica, aun se consideran de mucha importancia al momento de darse como tal la captación y regulación hidrológica, sobre todo porque no presentan tanta susceptibilidad a ser erosionadas.

Cuadro 20. Distribución de las categorías de tierras forestales de captación y regulación hidrológica

Categorías de Tierras Forestales de Captación y Regulación Hidrológica	Área (ha)	Porcentaje
Moderada	2,143	35%
Baja	3,970	65%
Total	6,113	100%

Fuente: (Elaboración propia con base en la categorización de TFCRH)

Las restantes 3,970 hectáreas que conforman la microcuenca se clasificaron como tierras forestales de baja captación y regulación hidrológica (Cuadro 20), estas representan el 65% del total del área con la que cuenta la microcuenca, dichas áreas, según los valores asignados presentan una tasa de infiltración básica entre los 0.15 a los 1.5 milímetros por hora. Con relación a la capacidad de uso, en estas áreas predominan las categorías de “agroforestería con cultivos anuales”, “agricultura con mejoras”, y “Sistemas silvopastoriles”. Estas categorías, soportan un mayor uso en relación con las que se encuentran en las tierras de moderada captación y regulación hidrológica razón por la cual según los criterios de categorización tienen una importancia menor en la captación y regulación hidrológica como tal.

La recarga hídrica anual es un criterio que se toma en cuenta también en la determinación de las categorías de captación y regulación hidrológica, y en el caso de la microcuenca, de la recarga hídrica calculada en el apartado 6.3.1, el 45% de esta, se da en las zonas categorizadas como de moderada captación y regulación hidrológica. El restante 55% que se da de recarga hídrica, se distribuye en las tierras de baja captación y regulación hidrológica. Aquellas unidades de mapeo que se indicó anteriormente que aportan la mayor cantidad de recarga hídrica a la microcuenca se encuentran dentro de la categorización de moderada captación y regulación hidrológica.

Dichas áreas de recarga hídrica, como se mencionó al inicio de este apartado, se categorizaron de acuerdo con rangos como se observa en el cuadro 21, y luego de categorizadas las diferentes unidades de mapeo, resultó que el 10% del área total de la microcuenca posee una muy alta recarga hídrica. En la cual se encuentran las unidades de mapeo “2102” y “3102”, las cuales como se indicó anteriormente, presentaron los valores más altos calculados para la recarga hídrica y poseen una gran cobertura vegetal debido a su uso actual, los cuales son bosque y el cultivo del café respectivamente. Estas áreas se encuentran ubicadas en la parte alta de la microcuenca como se muestra en la figura 8.

Cuadro 21. Determinación de los criterios para la categorización de las áreas de recarga hídrica

Criterio para definición de categorías					
Valor Máximo	676.88	Valor mayor en los rangos (mm)			
Valor Mínimo	230.77	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Diferencia/4	111.53	342.30	453.83	565.36	676.88

Fuente: Elaboración propia

Las áreas de alta recarga hídrica, como se muestra en la figura 8, se encuentran justo al lado de las de muy alta recarga hídrica, ubicándose también como se mostró anteriormente dentro de las tierras de moderada captación y regulación hidrológica, estas áreas de alta recarga hídrica cubren el 4% del área total de la microcuenca. Dentro de

esta categoría únicamente se encuentra la unidad de mapeo “3202” la cual posee el tercer valor más alto de recarga que se calculó con anterioridad, y al igual que las unidades que se encuentran categorizadas como de muy alta recarga, esta unidad también posee cultivo de café como uso actual.

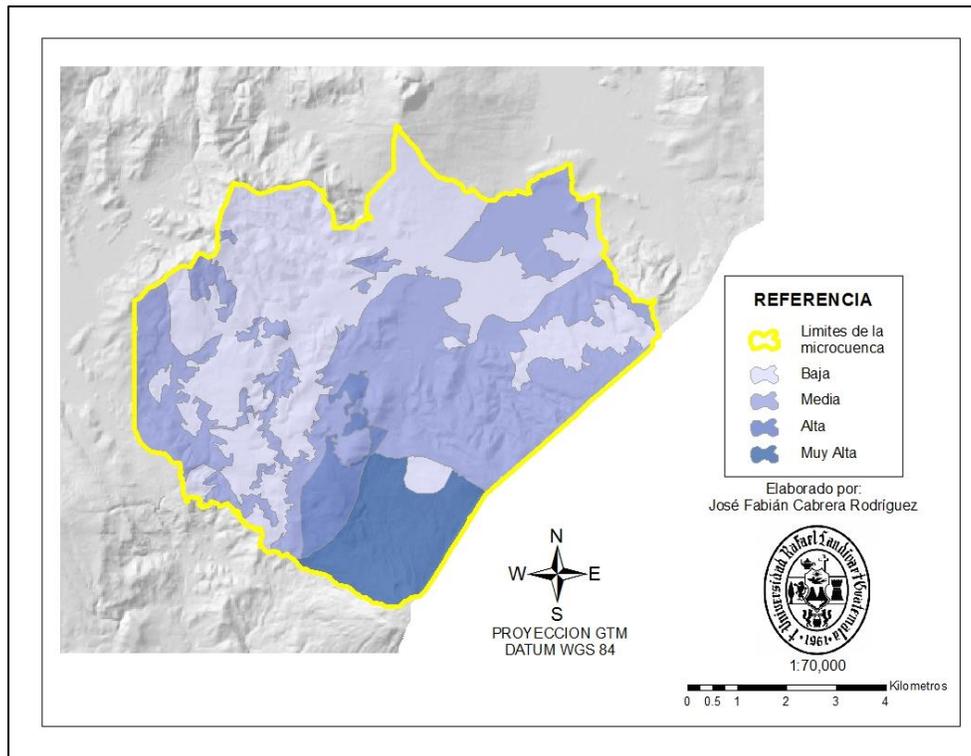


Figura 9. Clasificación de zonas de recarga hídrica de la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)

La siguiente categoría de estas zonas es la de media recarga hídrica, la cual abarca el 44% del área total de la microcuenca y cubre en total 11 unidades de mapeo de las que se determinaron con anterioridad. Estas unidades de mapeo muestran valores de recarga hídrica entre los 346.26 a 416.93 milímetros anuales y en conjunto aportan en promedio 373.27 milímetros de lámina de agua a la microcuenca. Estas zonas de media recarga hídrica se encuentran en su mayoría en la parte media de la microcuenca, abarcando en una mayor parte áreas que poseen el cultivo del café como uso actual.

Por último, la categoría de baja recarga hídrica en la microcuenca cubre un 42% del área total de esta, dentro de esta categoría se encuentra la unidad de mapeo “1203” la cual tiene un uso actual de agricultura anual, suelos tipo suchitan y rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez como geología, la cual cubre la mayor área dentro de la microcuenca. Aparte de esa unidad, dentro de estas zonas se encuentran otras 7 unidades cuyos valores de recarga se encuentran entre los 230.77 a 310.68 milímetros anuales. Estas áreas coinciden con la clasificación de tierras forestales de baja captación y regulación hidrológica, ubicadas en la parte baja de la microcuenca, donde la cobertura, propiedades del suelo, temperatura y precipitación no permiten que la recarga sea mayor.

Aparte de la categorización de la recarga hídrica, como se mencionó al inicio, para la determinación de las zonas de captación y regulación hidrológica fue necesario también la determinación de la capacidad de uso de la tierra, y de esta forma, tal y como se muestra en la figura 9, se encuentran seis categorías de capacidad de uso dentro de la microcuenca, de las cuales las tierras aptas para prácticas de “Agroforestería con cultivos permanentes” (Ap) ocupa la mayor área con un total de 1,967 ha, el cual representa el 32% del total de la microcuenca. Esta categoría se distribuye principalmente en la parte media alta de la microcuenca, donde las pendientes y las profundidades del suelo tienden a ser mayores y cubriendo en su mayoría aquellas áreas categorizadas como de moderada captación y regulación hidrológica.

La siguiente categoría de capacidad son aquellas tierras aptas para “Sistemas silvopastoriles” (Ss), que como su nombre lo indica, se da en aquellas áreas donde se permite el desarrollo de pastos en asocio con especies forestales que se beneficien mutuamente. Estas áreas cubren 1,546 ha en la microcuenca y representan el 25.29% del total de esta. Posteriormente, con un porcentaje un poco menor se encuentran aquellas tierras con capacidad para la “Agroforestería con cultivos anuales” (Aa), la cual, a diferencia de los sistemas silvopastoriles, permite el asocio de cultivos agrícolas con las especies forestales. Estas ocupan en la microcuenca 1,508 ha, lo cual representa el 24.67% del total de la microcuenca. Las dos categorías anteriores se encuentran en su mayoría dentro las áreas categorizadas como de baja captación y regulación hidrológica.

Con un porcentaje de 16.45% del área total de la microcuenca (1,006 ha), las tierras aptas para la “Agricultura con mejoras” (Am) se encuentran principalmente en la parte central de la microcuenca, donde los terrenos tienden a ser relativamente planos y se cuenta con suelos bien drenados sin limitación alguna para su uso. Estas áreas se encuentran en su mayoría en tierras de baja captación y regulación hidrológica.

Las tierras con capacidad para “Tierras forestales de producción” (F) se encuentran en la parte más alta del volcán Chingo, únicamente cubren el 1.3% del área total de la microcuenca, pero se encuentran en una de las áreas más importantes de las tierras forestales de moderada captación y regulación hidrológica.

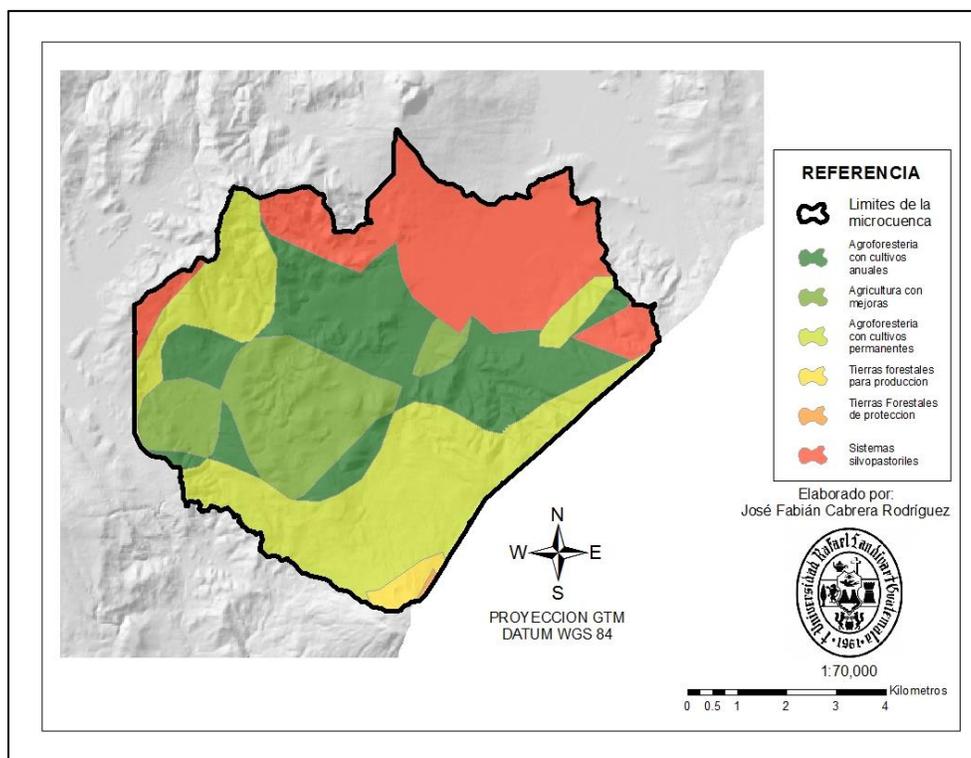


Figura 10. Capacidad de uso determinada dentro de la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)

6.3.DETERMINACIÓN DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA EN LAS ZONAS DE CAPTACIÓN Y REGULACIÓN HIDROLÓGICA

Para la determinación del uso actual de la tierra, como se mencionó con anterioridad, se tomó como base la capa del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra 2012, y luego con base a recorridos de campo por las diferentes unidades de mapeo al momento de que se tomaron las muestras de suelo, las pruebas de infiltración, y por medio del uso de un SIG se actualizo el uso actual para la microcuenca. Como resultado de este trabajo se obtuvieron seis categorías de uso actual, las cuales se distribuyen a todo lo largo de la microcuenca, dividiendo también para fines de estudio, aquellas áreas donde se presente un sobrepastoreo.

Cuadro 22. Distribución del uso actual de la tierra en la microcuenca

Categorías	Área Cubierta (ha)
Agricultura anual	2,577
Bosques	46
Café	1,530
Pastizales	349
Pastizales con sobrepastoreo	524
Vegetación arbustiva baja	1,087
TOTAL	6113

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se muestra en el cuadro 22, la agricultura anual es el mayor uso que se le da al suelo de la microcuenca actualmente, con 2,577 ha del total del área, siendo más frecuente en la parte media-baja de la misma, aunque también se encuentra en algunas regiones donde la pendiente es elevada. En dichas áreas los cultivos más comunes son granos básicos en sistemas de producción de supervivencia.

Posteriormente las áreas con cultivo de café son las siguientes en cobertura dentro de la microcuenca, estas cubren 1,530 ha, principalmente en la parte media-alta de la microcuenca. Este cultivo, aunque en menor proporción que la agricultura anual, aporta

una mayor protección a los suelos debido principalmente a la vegetación que proyecta sobre el mismo.

Luego en orden de la cantidad de área con cobertura en la microcuenca, las áreas con vegetación arbustiva baja cubren una extensión de 1,087 ha, estas áreas se encuentran formadas principalmente por matorrales y guamiles, en puntos de transición entre un uso y otro, debido a la regeneración natural producto de la recuperación de dichas áreas.

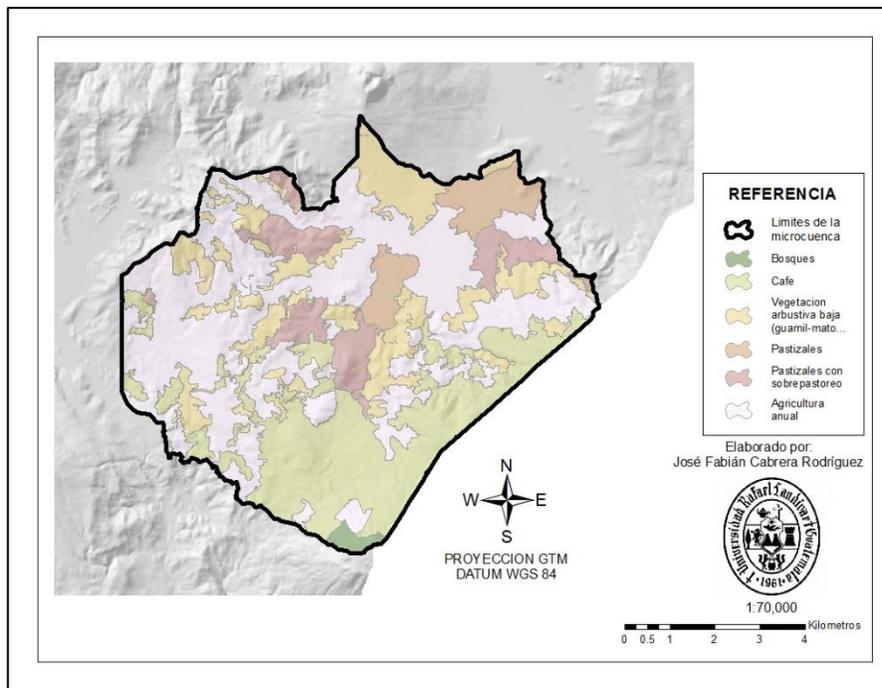


Figura 11. Uso actual de la tierra en la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)

Los pastizales en la microcuenca cubren un área de 873 ha, ubicados como se muestra en la figura 11 en las partes más bajas, donde la pendiente es más plana. Sin embargo, como se puede apreciar en el cuadro 22, el mayor porcentaje de estas áreas de pastizales se encuentran con sobrepastoreo, debido al poco manejo que se les da y a la elevada carga animal que soportan a lo largo del año.

Por último, el bosque en la microcuenca solo se encuentra presente en la parte más alta del volcán chingo, cubriendo únicamente 46 ha. Este uso se encuentra protegiendo el

área núcleo de una zona de veda definitiva, pues las condiciones de temperatura y precipitación permiten que el bosque se desarrolle bien, aparte, el acceso a dichas áreas es muy complicado.

Como agregado a la investigación, se compararon los usos actuales de la capa del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra 2012 con la actualización que se hizo de ese mismo mapa, a manera que, se visualizaron los cambios que se han tenido en el transcurso de cuatro años dentro de la microcuenca, la tendencia que estos cambios siguen y se puedan dar mejores recomendaciones con base a estos valores.

Cuadro 23. Uso actual de la tierra de la microcuenca del río Atescatempa y la diferencia con respecto al año 2012

Categorías	Área cubierta en 2012 (ha)	Área Cubierta en 2016 (ha)	Dif.	%
Agricultura anual	2,480	2,577	97	4%
Bosques	46	46	0.00	0%
Café	1,670	1,530	-140	-8%
Pastizales		349		
Pastizales con sobrepastoreo	970	524	-97	-10%
Vegetación arbustiva baja	946	1,087	141	15%
TOTAL	6,113	6,113		100%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el cuadro 23, el mayor cambio que se presenta es en aquellas áreas donde el uso es la vegetación arbustiva baja (guamiles), puesto que de poseer 946 en 2012, subió a 1,087 ha en el año 2016, lo que se convierte en un aumento del 15% de dicho uso. Este cambio se traduce con que existen tierras en recuperación de usos con mayor intensidad a lo largo de la microcuenca, posiblemente provenientes de lugares donde anteriormente existía pastoreo.

Posteriormente, las áreas donde se encuentran pastizales ya sea bien manejados o con sobrepastoreo muestran una reducción del área que cubren, ya que para el año 2012 se tenía un área de 970 ha, la que se redujo a 873 ha para el año 2016. Esta reducción es

en un 10% del área cubierta con anterioridad y se ve reflejado en el incremento de cobertura de otros usos, como el caso de la vegetación arbustiva que se mencionó con anterioridad.

En las tierras cubiertas por el cultivo del café se observa también una reducción del área que cubren según el cuadro 23, este uso poseía 1670 ha en el año 2012, la cual se redujo a 1,530 ha en el 2016. Esta reducción representa una pérdida del 8% de la cobertura, la cual ha sido desplazada principalmente por la agricultura anual.

El uso de agricultura anual por otro lado muestra una ganancia de área en los 4 años estudiados, pues de cubrir 2,480 ha en el año 2012, paso a cubrir 2,577 ha en el año 2016, representando una ganancia de cobertura del 4%. Y a pesar de que esta es una ganancia, no es de beneficio para la microcuenca, ya que la protección del suelo en este uso es nula, principalmente en los sistemas de producción que son utilizados y que fueron mencionados con anterioridad. Este uso abarca áreas anteriormente cubiertas por café o por pastizales según se puede observar en el cuadro 23.

En relación con aquellas áreas que poseen bosque como uso actual, no han sufrido cambio alguno en los cuatro años de estudio, esto debido principalmente como se mencionó con anterioridad a que el acceso a estas áreas es complicado y se encuentran protegiendo una zona de veda definitiva. Además, existe el potencial que estas áreas se incrementen, cuando las partes con vegetación arbustiva baja logren desarrollarse y formen bosques secos característicos de esta zona de estudio.

6.4. LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LAS CATEGORÍAS DE CAPTACIÓN Y REGULACIÓN HIDROLÓGICA

Con relación a la propuesta de lineamientos generales para la gestión integral de la microcuenca, se procedió a realizar una zonificación territorial de la microcuenca, donde las categorías identificadas se convierten en lineamientos generales para la gestión integrada de esta. De esta forma, se identificaron para la microcuenca cinco categorías y doce subcategorías de zonificación tal y como se muestra en el cuadro 24.

Cuadro 24. Categorías y subcategorías de zonificación territorial para la microcuenca del río Atescatempa

Categoría	Subcategoría	Área (ha)	Porcentaje
Zonas de desarrollo potencial agrícola, ganadero y urbano (A)	A/2	1,006	16.47%
	A/3	19	0.32%
Zonas de desarrollo forestal, agroforestal y cultivos permanentes (C)	C/10	312	5.11%
	C/9	883	14.46%
Zonas de restauración ecológica (D)	D11	3,551	58.14%
	F/13	94	1.54%
	F/14	45	0.74%
	F/15	104	1.71%
Zonas protegidas (F)	G/19	46	0.76%
	G/20	37	0.60%
	G/21	2	0.03%
	G/22	7	0.11%
Zonas de protección de riveras fluviales y fuentes de agua (G)			
TOTAL		6,113	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de la zonificación, se hizo con base a la intensidad y la capacidad de uso, de modo que áreas donde se encontró un uso adecuado se recomendó la realización de actividades que permitan seguir conservando las propiedades de los suelos de acuerdo con su capacidad. En áreas donde encontró un sub uso, se recomendó

cuales deberán de ser las actividades potenciales a desarrollar según la capacidad que tengan esas áreas, y en donde se identificó un sobreuso se recomendó la restauración ecológica de acuerdo con su capacidad.

Luego de realizar esa primera parte de zonificación, se identificó también áreas especiales de protección, las cuales necesitan un manejo diferente que las otras áreas, dichas áreas identificadas fueron:

- a. Quince metros de franjas ribereñas a lo largo del río Atescatempa según lo que se establece en la metodología RQI, donde indica que para valles tipo II se debe de tener como mínimo quince metros de ancho del espacio ribereño.
- b. La zona núcleo, área de amortiguamiento y zona de usos múltiples definida en el área de zona de veda definitiva del volcán Chingo.
- c. Cincuenta metros alrededor de todos los nacimientos identificados que abastecen de agua a las comunidades de la microcuenca.

Después de identificadas como se muestra en la figura 11, se definió la zonificación territorial de la microcuenca, donde las categorías que dictan lineamientos generales para la gestión integral de la microcuenca son:

a. Zonas de desarrollo potencial agrícola, ganadero y urbano (A)

Esta categoría se divide en dos subcategorías y actualmente cubre el 16.79% del área de la microcuenca. Dicha categoría incluye zonas con potencial para la realización de actividades agropecuarias que actualmente se encuentran en un subuso. Estas se encuentran distribuidas en la parte media baja de la microcuenca.

- **Desarrollo potencial para la agricultura con técnicas de conservación de suelos y sistemas agroforestales (A/2):** estas áreas cubren 1,006 hectáreas en la microcuenca, y surgen de tierras con capacidad para el desarrollo de Agroforestería con cultivos anuales (Aa) o Agricultura mejorada (Am) que se

encuentran subutilizadas. Aquí es importante la promoción del establecimiento de sistemas agroforestales utilizando especies forestales nativas de la región, que ayuden a mejorar las condiciones del suelo y la producción de cultivos agrícolas, al mismo tiempo que los propietarios y poseedores puedan ser beneficiados con incentivos forestales por el mismo establecimiento, además es importante como su capacidad lo indica, que se debe realizar una promoción por parte de instituciones presentes dentro de la microcuenca y que tengan como objetivo promover este tipo de actividades en el territorio. Así mismo, es importante el fortalecimiento de capacidades para la promoción de los beneficios de implementar técnicas de conservación del suelo, principalmente en las áreas con capacidad para agroforestería para cultivos anuales las cuales presentan limitaciones de pendiente.

- **Desarrollo potencial para la ganadería y sistemas silvopastoriles (A/3):** Esta categoría surge de zonas con capacidad para el desarrollo de sistemas silvopastoriles donde actualmente se encuentran en subuso. Esta categoría de zonificación ocupa 19 hectáreas y se ubican en la parte media de la microcuenca. Esta área actualmente se encuentra cubierta por café y debido a los bienes y servicios ambientales que se generan por este uso, los lineamientos de manejo que se plantean se enfocan en el mejoramiento de los sistemas agroforestales existentes y la promoción de acciones enfocadas a mejorar la productividad y la rentabilidad del cultivo para mejorar las condiciones socioeconómicas de los propietarios.

b. Zonas de desarrollo forestal, agroforestal y cultivos permanentes (C)

Esta categoría muestra un 19.57% de cobertura en la microcuenca, convirtiéndose así en la segunda categoría con más distribución espacial dentro de esta. Dicha categoría se divide en dos subcategorías que resultan de zonas donde actualmente se realizan actividades forestales o agroforestales, las cuales son el uso adecuado de acuerdo con la categoría de capacidad de uso de la tierra que se determinaron con anterioridad.

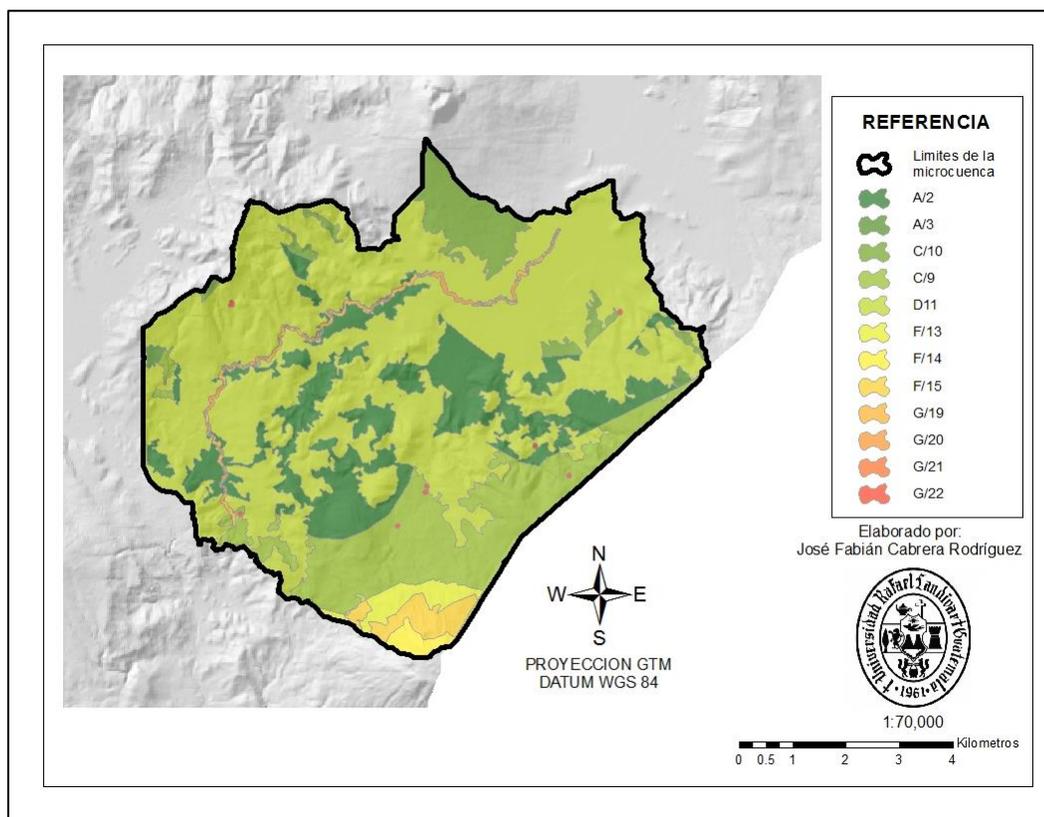


Figura 12. Intensidad de uso en la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)

- Desarrollo de la producción agroforestal y/o cultivos permanentes (C/9):**
 Como se mencionó anteriormente, el segundo uso que cubre más área dentro de la microcuenca son los sistemas agroforestales (café con árboles de sombra), y de ahí es donde esta categoría de zonificación territorial ocupa el tercer lugar en extensión, debido a que surge de tierras con capacidad para Agroforestería con cultivos permanentes en las cuales el cultivo del café es el uso actual y el adecuado. Estas áreas de zonificación cubren el 883 ha de la extensión de la microcuenca y poseen un uso adecuado, por lo tanto, las acciones a realizar se deben enfocar en mantener y/o mejorar las características de estos sistemas agroforestales a través de la implementación de buenas prácticas en la arquitectura de las especies arbóreas utilizadas para sombra, prácticas de conservación de suelos y agua y mejoramiento de las prácticas agrícolas, entre otros.

- **Conservación del bosque con fines de belleza escénica, recreación y/o para la investigación ecológica (C/10):** Cuando se realizó la determinación de la intensidad del uso de la tierra, las áreas donde se tiene vegetación arbustiva baja como uso actual y una capacidad para sistemas silvopastoriles, se decidió darle una intensidad de uso adecuado. Esto debido a que este es el uso que menor impacto le genera al suelo y tiene el potencial de convertirse en una masa boscosa característica del bosque seco de la región, de ahí, es donde surge esta categoría de zonificación, de la necesidad de conservar el bosque en dichas áreas, que según la figura 11, cubre 312 hectáreas, en un volcán conocido localmente como “cerro las víboras”, ubicado a un costado de la laguna de Atescatempa.

c. Zonas protegidas (F)

Como se mencionó con anterioridad, en el nivel dos de zonificación se tomaron ciertas zonas de la microcuenca que necesitan un manejo especial, de tal forma que esta categoría está formada por la zona de veda definitiva del volcán chingo, y la cual según los datos cubre un área de 3.99% dentro de esta. Dicha categoría cubre tres subcategorías que coinciden con las tres partes en que se divide una zona protegida.

- **Uso restringido para el desarrollo agropecuario, forestal o de expansión urbana (F/13):** Como en toda zona de veda definitiva, alrededor de las áreas de amortiguamiento, se establecen las áreas de usos múltiples, y dentro de la microcuenca esta cubre 94 hectáreas. Esta zonificación, indica que, en estas áreas, el uso actual que son los sistemas agroforestales (café con árboles de sombra) se les puede seguir dando manejo, siempre y cuando cumplan con las directrices y lineamientos que se plasmaron en el plan maestro de administración de dicha área. Estas áreas también pueden ser sujetas a recibir incentivos forestales mediante los programas vigentes a nivel nacional con el previo aval del Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

- **Protección ecológica del bosque (F/14):** En la zona núcleo del volcán chingo que cubre un área de 45 hectáreas actualmente se tiene como uso actual el bosque, por lo que dentro de la zonificación territorial, se definió, que es importante que se dé la protección ecológica de este, por considerarse de alta importancia en la zona de veda definitiva del volcán chingo y en la microcuenca en general, al contener un ecosistema único en la región, y estar localizado en área de muy alta recarga hídrica. Es importante indicar que, en todas estas partes de la zona de veda, las instituciones gubernamentales y no gubernamentales afines deberán de coordinar actividades que busquen como ya se mencionó, la protección de este ecosistema.
- **Restauración ecológica del bosque (F/15):** Esta categoría concuerda con el área de amortiguamiento de la zona de veda definitiva del volcán chingo, y fue definida en el nivel 2 de zonificación como área especial de protección y debido que actualmente presenta usos de sistemas agroforestales (cultivo del café) y agricultura anual, en las 104 hectáreas que cubre, por lo que se propone impulsar la restauración del bosque nativo en las áreas de agricultura anual, y socializar con los propietarios y poseedores de los terrenos con cultivo de café en esta zona, la regeneración de los bosques nativos, o la implementación de medidas de protección del suelo, biodiversidad y características especiales de la zona en sus sistemas agroforestales.

d. Zonas de protección de riberas fluviales y fuentes de agua (G)

Según el cuadro 24, esta categoría es la que cuenta con la mayor cantidad de subcategorías, pero sin embargo únicamente cubre un 1.51% del área total de la microcuenca. Esto debido a que solo cubre los quince metros de franjas ribereñas a lo largo del río Atescatempa y los cincuenta metros alrededor de todos los nacimientos de agua identificados donde se determinó la presencia o ausencia de cobertura vegetal.

- **Protección ecológica del bosque ribereño (G/19):** De los quince metros que se definieron como franja ribereña a cada lado del cauce principal del río Atescatempa, se delimitaron las partes donde sí se contaba con cobertura forestal, de tal forma que, 46 hectáreas a lo largo del río necesitan, como lineamientos generales, que se sigan manteniendo estas áreas, protegiendo el espejo de agua y el ecosistema que ahí se forma, es importante considerar, que si existe la opción de ampliar esta zona de protección después de los quince metros sería ideal, y así mantener un mayor grado de humedad en los suelos aledaños al cauce del río.
- **Restauración ecológica de franjas ribereñas (G/20):** Siguiendo un orden respecto a la extensión cubierta en la zonificación, dentro de los quince metros cúbicos establecidos como franja ribereña, también se identificaron áreas sin cobertura forestal, las cuales cubren 36 hectáreas a lo largo del río Atescatempa, y en las cuales, como lineamientos generales, se debe procurar la recuperación de la cobertura forestal con especies nativas y adaptadas a las condiciones de las franjas ribereñas. Y al igual que en las zonas G/19 de zonificación, si existe la oportunidad de ampliar la recuperación de dichas áreas después de los quince metros, se mejoraría las condiciones del cauce que circula por el río.
- **Asentamientos humanos en franjas ribereñas (G/21):** Los asentamientos en estas áreas, ocupan el último lugar en extensión dentro de la zonificación, ocupan 2 hectáreas a lo largo del río Atescatempa, y como lineamientos generales, se deberá concientizar a la población en la reducción de desechos que son vertidos al cauce del río, dando alternativas por parte de instituciones gubernamentales y no gubernamentales que tengan incidencia en temas de saneamiento, salud y ordenamiento territorial, principalmente porque este río es el principal abastecedor de agua a la laguna de Atescatempa.
- **Protección de fuentes de agua (G/22):** Para esta categoría como se mencionó anteriormente, se tomó en cuenta un radio de cincuenta metros alrededor de los nacimientos que existen en la microcuenca, dando un total de 6 hectáreas, sin

embargo, por la importancia que tienen para la conservación de las características de los mismos, se deben identificar como lineamientos generales, las condiciones en que se encuentran estas, e implementar acciones para proteger o restaurar la cobertura forestal existente, todo esto siempre priorizando el establecimiento de especies nativas. Estas acciones deben de ser lideradas por la municipalidad y en coordinación con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales afín por la importancia que tienen para la población.

e. Restauración ecológica (D)

La restauración ecológica, es la categoría de zonificación que ocupa la mayor extensión de área dentro de la microcuenca, cubre 3,550 hectáreas actualmente, que representa el 58.14% del total de esta. Para poder proponer lineamientos generales para la gestión integral de estas, es importante la realización de un análisis con la capacidad de uso de la tierra, de forma que dichos lineamientos vayan enfocados a utilizarlas con su máxima intensidad sin causar deterioro físico del suelo.

Cuadro 25. Distribución de las capacidades de uso en las zonas de restauración ecológica

Categoría de zonificación	Capacidad de uso	Área (ha)
Restauración ecológica (D/11)	Aa	890
	Am	573
	Ap	897
	Ss	1,185

Fuente: Elaboración propia

- **Restauración ecológica con sistemas silvopastoriles (Ss):** Estas zonas se dan debido a un sobreuso de las capacidades del suelo, principalmente por el desarrollo de actividades de agricultura anual en sistemas de producción de supervivencia actualmente. Estas zonas cubren un total de 1,185 ha, distribuidos en la parte baja de la microcuenca. Por lo que como lineamientos generales por

tratarse de una zona con altas temperaturas y poca precipitación en los primeros meses del año se debe promocionar el establecimiento de sistemas silvopastoriles con buenas prácticas de conservación de suelo y agua, además, se deberán evaluar las mejores especies de pastos que se adapten a las condiciones climáticas.

Como alternativa a estos lineamientos sería importante en la socialización con la población, fomentar el establecimiento de sistemas agroforestales con especies forestales nativas de la región, al mismo tiempo que ellos producen sus cultivos anuales, de manera que se incremente la productividad de estos cultivos y la conservación de suelos.

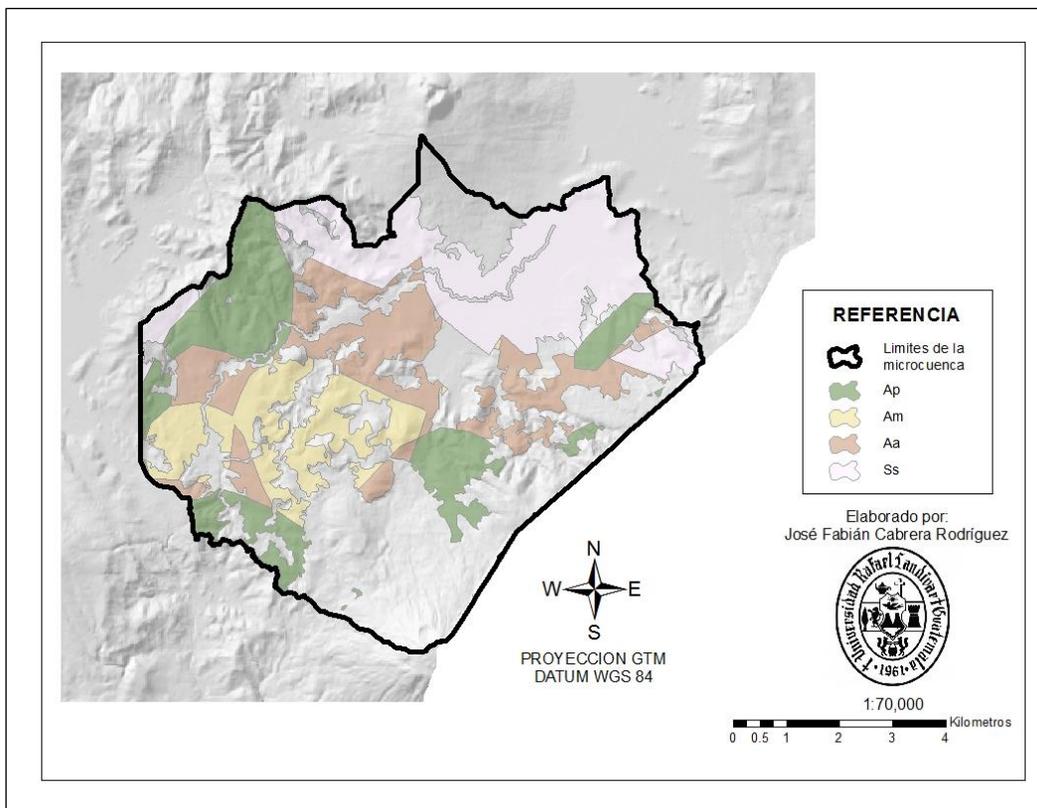


Figura 13. Capacidad de uso en zonas de restauración ecológica (Elaboración propia)

- **Restauración ecológica con sistemas agroforestales en asocio con cultivos permanentes (Ap):** Cuando se da un sobreuso del suelo en áreas con capacidades para el desarrollo de prácticas de “Agroforestería con cultivos permanentes” se generan estas áreas a ser restauradas. Dentro de la microcuenca cubren 897 ha en la parte media de esta, en estas áreas actualmente también se desarrolla la agricultura anual en sistemas de producción de supervivencia. Para estas áreas sería importante promocionar el establecimiento de sistemas agroforestales con una diversidad de cultivos permanentes, de forma que se exista diversidad en la producción y que se mejoren las condiciones de las especies forestales nativas de esta zona.

Para generar un cambio en estas áreas, es importante socializar con la población los beneficios ambientales y económicos del establecimiento de este tipo de sistema agroforestales ante la producción de cultivos anuales como los que actualmente producen.

- **Restauración ecológica con sistemas agroforestales en asocio con cultivos anuales (Aa):** Estas áreas cubren actualmente 890 ha, distribuidos en la parte media baja de la microcuenca, y tienen como uso actual la agricultura anual en sistemas de producción de supervivencia. Estas tienen un sobreuso debido a que su capacidad muestra que son ideales para la práctica de “Agroforestería con cultivos anuales”. Debido a esto, los lineamientos generales para la gestión integral deberán ser la implementación de estructuras de conservación de suelo a lo largo de las áreas de cultivos y la implementación de sistemas agroforestales con árboles en línea, cortinas rompevientos, barreras vivas entre otros, priorizando también la inclusión de especies forestales nativas de la microcuenca.
- **Restauración ecológica con mejoras a los sistemas de producción agrícola (Am):** Estas áreas se ubican en zonas donde la capacidad de uso del suelo es para que se desarrolle la “Agricultura con mejoras”, y las que actualmente se encuentran con un sobreuso por la implementación principalmente de la

agricultura anual y pastizales con sobrepastoreo. Estas ocupan un área de 573 ha distribuidos en la parte media de la microcuenca. Como lineamientos generales para la gestión integral se propone que en estas áreas también se implementen estructuras de conservación de suelos y agua, promocionando el establecimiento de barreras vivas en áreas donde la pendiente sea elevada.

Como se mencionó anteriormente la intensidad de uso fue una de las capas utilizadas para la zonificación territorial, y tal y como se muestra en la figura 13, el 61% del área de la microcuenca actualmente se encuentra en sobreuso, por lo que como indica INAB (2000), estas tierras se encuentran sometidas a un deterioro de sus propiedades físicas, estas, si se relacionan con el uso actual, muestran que el sobreuso se encuentra en aquellas áreas donde el uso actual es la agricultura anual, que se ubica en la parte media baja de la microcuenca, y donde la capacidad nos indica que se debería de implementar agroforestería, sistemas silvopastoriles, o agricultura con mejoras. Es de aquí donde se generan la mayoría de zonas donde se necesita realizar restauración ecológica como se describió anteriormente.

Existe un área en lo alto del volcán chingo, donde existe un sobreuso de la tierra, pues la capacidad de uso indica que deberían ser tierras forestales para producción, pero actualmente se están utilizando como sistemas agroforestales (café con árboles de sombra), por lo que se produce también un deterioro de las propiedades físicas de dichos suelos.

La siguiente intensidad en extensión de tierra que abarca dentro de la microcuenca es el uso adecuado, esta cubre el 22% del área total de la microcuenca, he indica que el uso actual que se le da a esas tierras es el correcto en relación a la capacidad que poseen, según se muestra en la figura 13, esta se encuentra ubicada en su mayoría en la parte alta de la microcuenca, donde el uso actual de los suelos son sistemas agroforestales (café con árboles de sombra), con capacidad para agroforestería con cultivos permanentes.

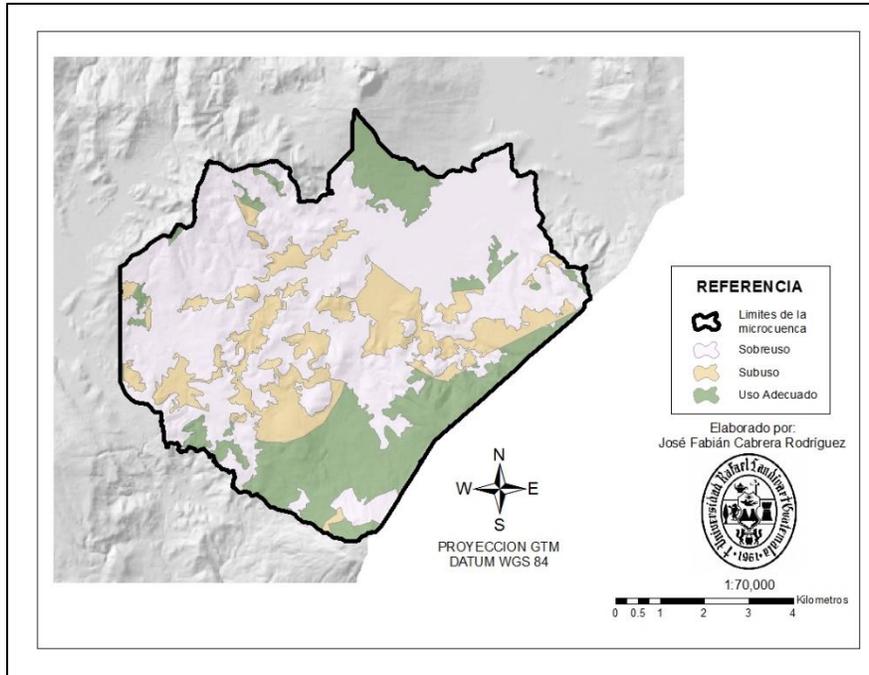


Figura 14. Intensidad de uso en la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)

Existen también dentro de la microcuenca pequeñas áreas con un subuso de sus capacidades físicas, esta intensidad representa el 17% de la extensión total de la microcuenca, y se ubican en la parte media-baja de esta, en algunos lugares donde el uso actual es la vegetación arbustiva y la capacidad del suelo muestra que soporta un uso más intensivo, como agroforestería con cultivos anuales o agricultura con mejoras.

6.5. BALANCE HÍDRICO DE LOS SUELOS

Como un agregado a la investigación realizada, se trabajó un balance hídrico, gracias a los datos obtenidos en la determinación de la recarga hídrica de cada una de las unidades de mapeo determinadas en el enunciado 6.1 (Ver anexos). Este balance es de suma importancia, pues con él se refleja el comportamiento del agua en la microcuenca y también con esto se determina la cantidad de agua que se tiene actualmente en la microcuenca.

Como se observa en el cuadro 26, la única entrada de agua en la microcuenca es la que se capta por medio de la precipitación, dato que se obtuvo de multiplicar el valor anual en milímetros de esta, por el área de cada unidad de mapeo, y donde el valor obtenido muestra que en la microcuenca anualmente se captan 90,098,059.08 metros cúbicos de agua.

De esta precipitación, el 61.26% se escapa en forma de evapotranspiración, principalmente por el efecto que ejerce la temperatura sobre la vegetación por medio de la transpiración y en los suelos por medio de la evaporación, por tal razón, en aquellas áreas donde la cobertura vegetal aumenta como en las que cuentan con cultivos de café, la evapotranspiración por unidad de área tiende a ser mayor que en lugares con otro tipo de cobertura vegetal menos densa (Figura 15).

Cuadro 26. Datos del balance hídrico de la microcuenca del río Atescatempa

Entrada		Salidas		
Factor	m³/Año	Factor	m³/Año	%
Precipitación	90,098,059.08	Evapotranspiración	55,194,907.16	61.26
		Escorrentía	859,112.15	0.95
		Retención	12,073,554.62	13.40
		Recarga Potencial	21,970,485.15	24.39
Entrada total	90,098,059.08	Salida total	90,098,059.08	100.00

Fuente: Elaboración propia

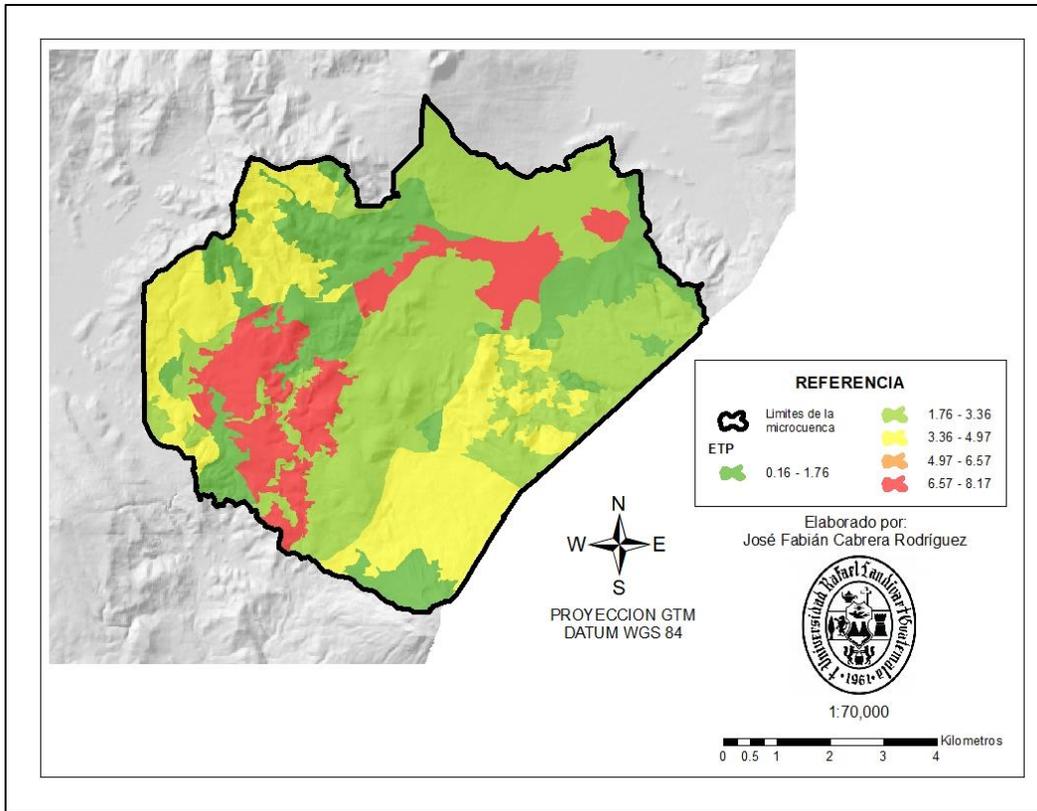


Figura 15. Valores de evapotranspiración en la microcuenca del río Atescatempa en millones de metros cúbicos (Elaboración propia)

Otra de las salidas con mayor porcentaje es la que se da por medio de la recarga potencial, la cual es un 24.39% del total de precipitación que cae en toda la microcuenca y la cual obtiene su valor más alto por el área que cubre en la unidad 3102 (Figura 16), que como se mostró anteriormente, son tierras cubiertas por el cultivo del café, se encuentran en la parte media-alta de la microcuenca y por las características del suelo, hacen que se beneficie la infiltración.

En relación con la retención de lluvia interceptada por el follaje, para la microcuenca esta variable representa el 13.40% de toda la precipitación, y dicho valor, según Schosinsky (2006), es el porcentaje de precipitación que queda atrapado por el follaje, el cual puede ser 12% en los diferentes follajes, cambiando únicamente en bosques muy densos que la retención es del 20%. Para el caso de los cálculos hechos para la microcuenca, únicamente en las unidades 2102 y 2201 se usó como porcentaje el 20% pues su uso

actual es el bosque. Por último, la escorrentía es un factor que, según los datos obtenidos, únicamente drena el 0.95% del total de agua que se precipita dentro de esta (Figura 17).

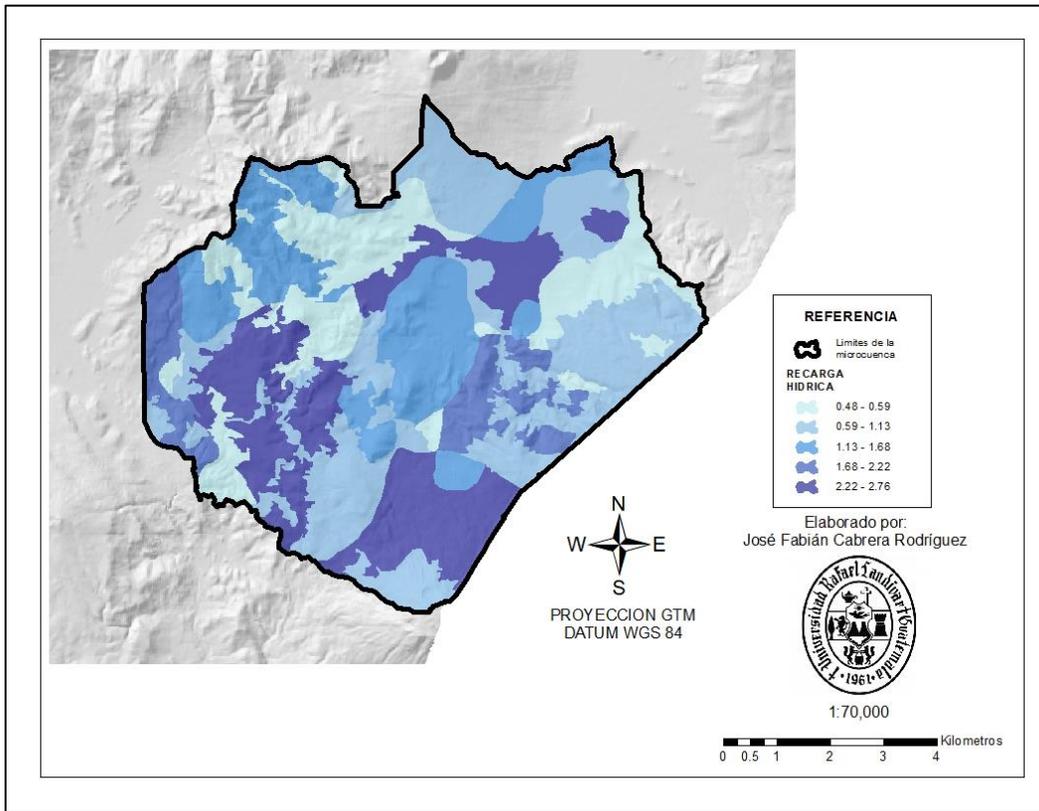


Figura 16. Valores de recarga potencial en la microcuenca del río Atescatempa en millones de metros cúbicos (Elaboración propia)

En la figura 14, se muestra el comportamiento de diferentes variables relacionadas con el balance hídrico, y como se aprecia, los valores van muy relacionados al área que cada unidad de mapeo cubre, pues la unidad 1203, es la que tiene mayor extensión de tierra en la microcuenca con 898 hectáreas y aunque su precipitación no sea de las más elevadas (1,430 mm/año), resulta aportando una buena cantidad de agua que se distribuye dentro de la evapotranspiración y la recarga potencial básicamente.

Otra unidad de mapeo que aporta buena cantidad de agua a la microcuenca es la unidad 3102, la cual como se mencionó anteriormente, también por su extensión de 467 hectáreas y por su recarga potencial (591.99 mm/año) hacen que dentro de esta unidad

de mapeo se dé la mayor recarga a los mantos acuíferos con 2,768,994.19 metros cúbicos al año.

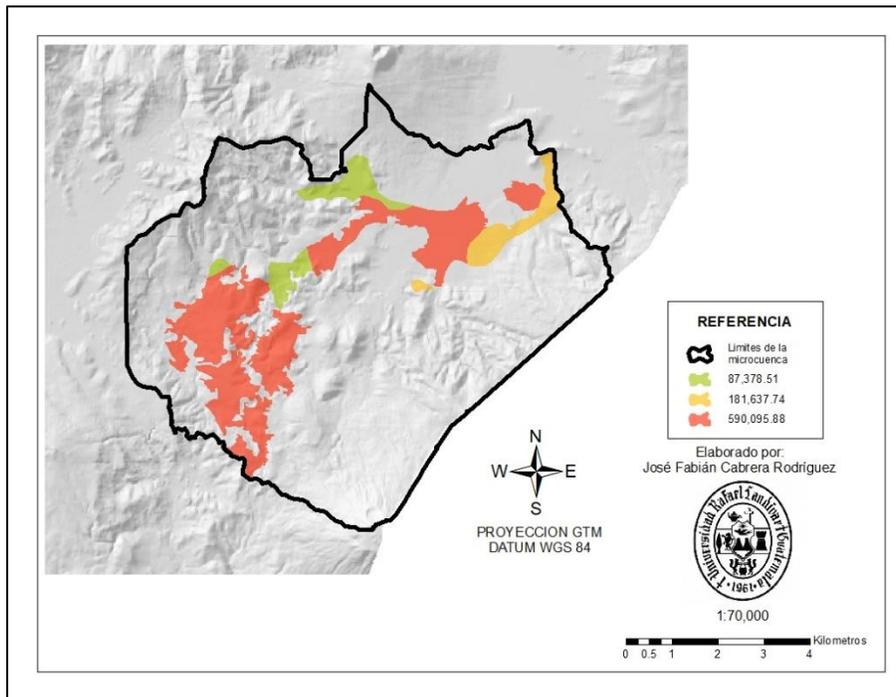


Figura 17. Valores de escorrentía de la microcuenca del río Atescatempa (Elaboración propia)

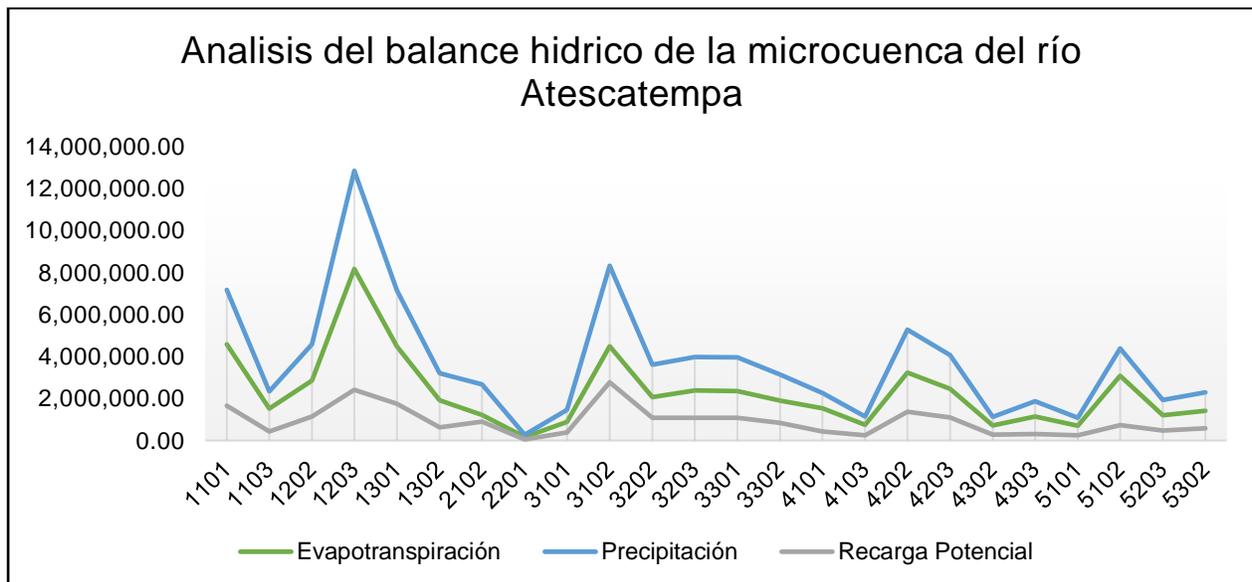


Figura 18. Comportamiento de variables calculadas en los balances hídricos de suelos (Elaboración propia)

7. CONCLUSIONES

- Se estableció que en la microcuenca anualmente se infiltra una lámina de 357.36 milímetros de agua en promedio. De todos los valores, los más altos se obtuvieron en las unidades de mapeo “2102” y “3102” cuyos usos predominantes son café y bosque. Estos altos índices de infiltración se dieron principalmente por los regímenes de precipitación que ocurren en esas áreas, los tipos de uso y las características de los suelos existentes.
- Existen dos categorías de tierras forestales de captación y regulación hidrológica que en conjunto abarcan 6,113 ha, de estas, 2,143 ha corresponden a tierras de moderada captación y regulación hidrológica y el resto (3,970 ha) pertenecen a tierras de baja captación y regulación hidrológica.
- Las tierras de moderada captación y regulación hidrológica abarcan tierras con capacidad para prácticas de “Agroforestería con cultivos permanentes”, mientras que las tierras de baja captación y regulación hidrológica se distribuyen en áreas con capacidad para “Agroforestería con cultivos anuales”, “Agricultura con mejoras” y “Sistemas silvopastoriles”.
- Solamente el 10% del área total de la microcuenca posee una muy alta recarga hídrica distribuida en las unidades de mapeo “2102” y “3102”. Sin embargo, este territorio contribuye con el 15% de la recarga hídrica total de toda la microcuenca.
- La categoría de media recarga hídrica es la que abarca mas unidades de mapeo en la microcuenca, esta categoría posee valores que alcanzan los 373.27 mm de agua en promedio. En esta categoría, se encuentran 11 unidades de mapeo, de las 24 que existen en la microcuenca. Estas unidades de mapeo se caracterizan principalmente por presentar en su mayoría texturas

arcillosas o franco arcillosas y ubicarse en la parte media-baja de la microcuenca.

- En la microcuenca luego de realizada la investigación se determinó que se presentan 6 diferentes usos de la tierra si se separan los pastizales bajo manejo y con sobrepastoreo. De estos la agricultura anual es la que cubre la mayor cantidad de área (2,577 ha), uso que preocupa debido al deterioro que sufren los suelos comparado a otros usos como el cultivo del café (1,530 ha) y el bosque natural (46 ha) que ocupan menos área.
- El mayor cambio encontrado en el uso actual de la tierra es el aumento en un 15% de aquellas áreas con vegetación arbustiva baja a lo largo de la microcuenca en relación con el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra generado en el año 2012. Al mismo tiempo áreas con el cultivo del café como uso actual (-8%) y áreas con pastizales bajo manejo o con sobrepastoreo (-10%) vieron reducida su cobertura; por lo que se puede deducir que principalmente aquellas áreas donde se encontraban pastizales empezaron a tener una sucesión ecológica con la regeneración del bosque nativo.
- Los principales lineamientos generales de gestión integral en la microcuenca corresponden a las 5 categorías de zonificación territorial presentes dentro de esta, siendo la de “Restauración Ecológica” la que ocupa el 58.14% del área de la microcuenca (3,550 ha), además, las de “desarrollo potencial agrícola, ganadero y urbano” (1,006 ha) y las zonas de “desarrollo forestal, agroforestal y cultivos permanentes” (883 ha) son las que cuentan también con buena distribución espacial.
- Las áreas de “Restauración Ecológica” poseen como uso actual a la agricultura anual (2,577 ha) y pastos con sobrepastoreo (524 ha) principalmente. Dichos usos degradan los suelos debido a que se ubican en zonas donde la capacidad

de uso indica que el uso más intensivo que se puede dar son las prácticas de “Agroforestería con cultivos anuales”.

- Los niveles de agua captados en la microcuenca ascienden a aproximadamente 90,098,059.08 metros cúbicos que caen en forma de precipitación pluvial, convirtiéndose así en la única entrada según los valores obtenidos en el balance hídrico.
- De esta precipitación captada en la microcuenca, la mayor salida se da por medio de la evapotranspiración (61.26%), la recarga potencial es otra salida que aporta 21, 970,485.15 metros cúbicos de agua (24.39 %) a los mantos acuíferos, la retención vegetal obtiene un 13.40% de la precipitación y únicamente un 0.95% que se pierde por escorrentía. Así como también se identificó que la unidad de mapeo “3102” que anteriormente se categorizo como tierras de moderada captación y regulación hidrológica, y tierras de muy alta recarga hídrica es la que más agua aporta al acuífero debido esto al área (467 ha) y al valor de su lamina de recarga hídrica (591.99 mm/año).

8. RECOMENDACIONES

- Con base al valor de recarga hídrica determinado para la microcuenca en esta investigación es importante que se realice un monitoreo constante (época seca y época lluviosa) de todas las fuentes de agua existentes, y de esa forma, poder conocer cuanta del agua infiltrada se extrae para el abastecimiento de la población, como se puede administrar esta y como se puede definir una estrategia para la conservación de reservas que se encuentren en el acuífero.
- Para futuros trabajos de determinación de la recarga hídrica natural se debe contar con datos climáticos generados dentro de las áreas en investigación para que aporten datos más exactos de las variables climáticas necesarias. Así como también, aprovechar la época lluviosa para llevar a cabo las pruebas de infiltración, pues se necesita que los suelos se encuentren cerca de capacidad de campo.
- Se recomienda socializar el mapa de tierras forestales de captación y regulación hidrológica de la microcuenca del río Atescatempa generado en esta investigación para generar conciencia sobre la importancia de estas en el ciclo hidrológico. Además, con esto se puede lograr que se generen propuestas de protección y restauración principalmente en aquellas áreas con moderada captación y regulación hidrológica.
- Debido a la gran extensión de la agricultura anual, se recomienda como un trabajo de investigación realizar un estudio de cuantificación de la erosión hídrica en la microcuenca para evidenciar así los impactos que los diferentes usos de la tierra generan, compararlos entre ellos y que de esa forma se puedan generar lineamientos para reducirla o evitarla.
- Se recomienda que las autoridades locales, u otra institución relacionada puedan mantener una base de datos actualizada de los usos que se tienen en la microcuenca de manera que se observen cambios que se puedan evitar,

tendencias a seguir, nuevos usos que se generen, y finalmente generar gráficos de dinámica de la cobertura vegetal que puedan ser socializados con la población para que conozcan desde otros puntos de vista sus territorios, y que puedan ir formándose una imagen más completa de la microcuenca junto con otras socializaciones recomendadas anteriormente dentro de esta investigación.

- Muchas investigaciones relacionadas a microcuencas proponen la conformación de comités con actores locales que sean los encargados de gestionar e impulsar la zonificación territorial. Por tal razón, para el caso de la microcuenca se recomienda iniciar un proceso para la conformación de este comité multidisciplinario, el cual conozca las diferentes propuestas de zonificación territorial y pueda gestionar su implementación ante autoridades locales, nacionales o de apoyo internacional.
- Debido a que en años anteriores se presentó una emergencia de deslaves por la incidencia de incendios forestales en el volcán Chingo fuera de la microcuenca, es importante que se considere la formulación de un plan de prevención y control ante estos incendios. Pues aparte de evitar el riesgo a desastres naturales se debe recordar que la unidad de mapeo que aporta la mayor recarga al acuífero se encuentra en las faldas de este volcán. De ser posible este plan deberá de extenderse a toda el área del volcán, esté o no dentro de la microcuenca bajo estudio en esta investigación.
- Hacer investigación para enfocar las prácticas y tecnologías de acuerdo con el contexto biofísico y socioeconómico del territorio, y de esa forma, mejorar las características de la zonificación territorial de la microcuenca, contribuir con la conservación y mejora del área y garantizar así, la provisión y el acceso a largo plazo de recursos naturales como el agua a la población.

9. BIBLIOGRAFÍA

Avalos, O. (2008). Determinación de las áreas principales de recarga hídrica natural de la subcuenca del río Belejeyá del municipio de Granados, Baja Verapaz (En línea). Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala. Consultado 30 sep. 2014. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2390.pdf

CONAP-CALMECAC-FONACON (2013). Lineamientos de la Estrategia de Manejo del Corredor Biológico del Bosque Seco de Ostua. CALMECAC. Guatemala. 25 p.

FAO (2006). Evapotranspiración del cultivo, Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos (En línea). Roma. Consultado el 30 sep. 2014. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/x0490s/x0490s00.pdf>

Fundación Moisés Bertoni (2003). Manual básico: Las cuencas hidrográficas. Fundación Moisés Bertoni. Asunción, Paraguay. 29 p.

Gordillo, C. (2010). Situación actual y directrices para el manejo de las tierras forestales de muy alta, alta y media captación y regulación hidrológica de Guatemala (En línea). Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Consultado 18 sep. 2014. Disponible en: http://www.infoiarna.org.gt/index.php/component/docman/doc_download/560--situacion-actual-y-directrices-para-el-manejo-de-las-tierras-forestales-de-muy-alta-alta-y-media-captacion-y-regulacion-hidrologica-de-guatemala

Herrera, V. (2005). Caracterización e investigación geológica de los materiales utilizados en la construcción civil en Guatemala (En línea). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Consultado 9 sep. 2014. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2541_C.pdf

- IARNA/URL. (2008-2009). Perfil Ambiental de Guatemala. (En línea). Guatemala. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. Consultado 27 ago. 2014. Disponible en: http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/serie_amb/11.PDF
- INAB (2004). Metodología para la delimitación de áreas críticas de recarga hídrica natural. Instituto Nacional de Bosques. Guatemala. 106 p.
- INAB (2005). Programa de investigación de hidrología forestal (En línea). Instituto Nacional de Bosques. Consultado 10 sep. 2014. Disponible en: <http://infoambiental.org/biblioteca/ProgramaHidrologiaForestalINAB.pdf>
- Jiménez, F. (2005). Gestión integral de cuencas hidrográficas, Enfoques y estrategias actuales (En línea). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Consultado 10 sep. 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a0252e/a0252e.pdf>
- MAGA. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala. 29 p.
- Matus, O. (2007). Elaboración participativa de una metodología para la identificación de zonas potenciales de recarga hídrica en subcuencas hidrográficas, aplicada a la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Consultada 26 oct. 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1657E/A1657E.PDF>
- Méndez, B (2012). Evaluación de la situación administrativa y técnico de la unidad de riego de Atescatempa, Jutiapa (En línea). Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Consultado 30 sep. 2014. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2012/06/03/Mendez-Byron.pdf>

Municipalidad de Atescatempa. (2011). Política Municipal para la gestión y calidad del agua 2011 – 2020. Fondo para el logro de los objetivos del milenio. Atescatempa. 17 p.

Noriega, J. (2005). Determinación de las áreas principales de recarga hídrica natural en la microcuenca del río Sibacá, Chinique, Quiche (En línea). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Consultado 28 sep. 2014. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2211.pdf

Sánchez, J (2004). Ciclo hidrológico (En línea). España. Universidad Salamanca. Consultado 10 sep. 2014. Disponible en: http://www.iessalvadorserrano.es/vieja/dp008/CICLO_HIDROLOGICO.pdf

Sánchez, J (2004). Precipitaciones (En línea). España. Universidad Salamanca. Consultado 30 sep. 2014. Disponible en: <http://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf>

SEGEPLAN. (2011). Plan de desarrollo municipal Atescatempa, Jutiapa. Secretaria de planificacion y programacion de la Presidencia. Atescatempa. 88 p.

Sarría, A (2006). Sistemas de Informacion Geografica (En línea). Universidad de Murcia. Consultado 27 oct. 2014. Disponible en: <http://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/index.html>

Schosinsky, G (2006). Calculo de la recarga potencial de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos. Rev. Geol. Amér. Central, 34-35: 13-30.

10. ANEXOS

Anexo 1. Temperaturas promedio mensuales de las diferentes unidades de mapeo de la microcuenca.

No.	Unidad de Mapeo	TEMPERATURAS (°C)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1101	21.7	22.4	23.9	24.6	24.3	23.3	23.6	23.4	23	22.7	21.9	21.4
2	1103	23.4	24	25.4	26.1	25.6	24.5	24.9	24.7	24.1	23.9	23.5	23.2
3	1202	23.1	23.6	24.9	25.6	25.2	24.2	24.5	24.2	23.8	23.7	23.1	22.7
4	1203	22.2	22.7	24.1	24.9	24.6	23.6	23.8	23.6	23.2	23	22.2	21.9
5	1301	21.6	22.3	23.6	24.4	24.2	23.2	23.4	23.2	23	22.6	21.7	21.3
6	1302	21.7	22.3	23.8	24.4	24.2	23.1	23.4	23	22.8	22.6	21.7	21.3
7	2102	18	18.5	19.5	20.2	20	19.1	19.2	19	18.7	18.3	17.8	17.6
8	2201	22.2	22.6	24.1	24.9	24.5	23.4	23.9	23.6	23.3	22.9	22.2	21.7
9	3101	21.7	22.4	23.9	24.6	24.3	23.3	23.6	23.4	23	22.7	21.9	21.4
10	3102	20	20.6	21.8	22.5	22.1	21.2	21.5	21.2	20.7	20.4	19.7	19.5
11	3202	21.2	21.7	23.2	24	23.5	22.6	22.9	22.6	22.3	21.9	21.1	20.7
12	3203	21.5	22	23.5	24.2	23.8	22.7	23.1	22.8	22.6	22.2	21.3	21.1
13	3301	21.3	21.9	23.3	23.9	23.7	22.7	23	22.6	22.3	22	21.1	20.9
14	3302	21.7	22.3	23.8	24.4	24.2	23.1	23.4	23	22.8	22.6	21.7	21.3
15	4101	23.4	24.1	25.3	26.1	25.7	24.5	24.8	24.7	24	24	23.5	23.3
16	4103	23.1	23.6	25.1	25.8	25.4	24.3	24.5	24.4	23.8	23.7	23.1	22.8
17	4202	22.7	23.3	24.6	25.4	25.1	23.9	24.2	24	23.5	23.4	22.8	22.3
18	4203	22.9	23.3	24.8	25.5	25.2	23.9	24.3	24.1	23.5	23.5	22.9	22.5
19	4302	23.1	23.6	25	25.7	25.4	24.1	24.5	24.2	23.6	23.6	23.1	22.8
20	4303	23.1	23.6	25	25.7	23.4	24.1	24.5	24.2	23.6	23.6	23.1	22.8
21	5101	21.7	22.4	23.9	24.6	24.3	23.3	23.6	23.4	23	22.7	21.9	21.4
22	5102	23.1	23.5	25	25.6	25.3	24.1	24.5	24.3	23.8	23.7	23	22.7
23	5203	22.5	23	24.4	25.2	24.8	23.7	24.1	23.8	23.3	23.2	22.4	22
24	5302	21.7	22.3	23.8	24.4	24.2	23.1	23.4	23	22.8	22.6	21.7	21.3

Anexo 2. Precipitación mensual de las diferentes unidades de mapeo de la microcuenca

No.	Unidad de Mapeo	PRECIPITACIONES (mm)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1101	2	1	7	48	153	276	206	221	275	178	18	4
2	1103	1	1	3	28	146	271	242	232	268	186	17	2
3	1202	1	1	4	30	150	276	241	243	273	196	17	3
4	1203	2	1	6	45	155	279	218	235	280	186	19	4
5	1301	2	1	7	53	158	282	209	225	285	181	19	5
6	1302	2	1	8	46	156	287	221	240	281	184	20	4
7	2102	7	4	19	60	208	402	310	329	379	234	40	10
8	2201	2	1	6	46	156	279	217	233	282	185	19	5
9	3101	2	1	7	48	153	276	206	221	275	178	18	4
10	3102	4	3	15	61	182	356	266	278	350	212	41	10
11	3202	3	1	9	58	166	303	230	244	307	190	26	7
12	3203	3	1	9	56	165	297	225	241	301	188	23	6
13	3301	3	1	9	54	163	299	229	245	299	187	24	6
14	3302	2	1	8	46	156	287	221	240	281	184	20	4
15	4101	1	1	3	28	146	271	242	232	268	186	17	2
16	4103	1	1	4	29	147	271	236	235	268	191	16	2
17	4202	1	1	5	34	151	279	232	247	274	194	17	2
18	4203	1	1	4	30	150	279	238	246	272	198	16	2
19	4302	1	1	3	23	149	276	252	239	273	205	15	1
20	4303	1	1	3	25	149	276	252	239	273	198	16	2
21	5101	2	1	7	48	153	276	206	221	275	178	18	4
22	5102	1	1	3	26	144	268	233	229	265	191	15	2
23	5203	2	1	6	40	152	276	219	235	275	186	17	4
24	5302	2	1	8	46	156	287	221	240	281	184	20	4

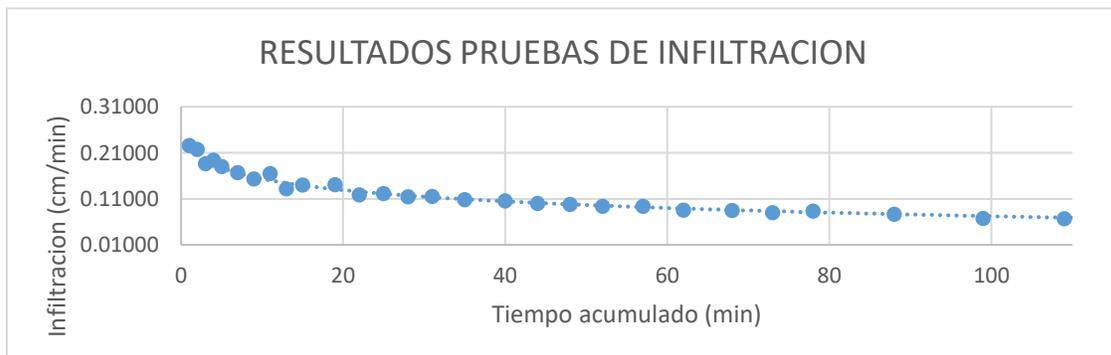
Anexo 3. Boletas de campo de las pruebas de infiltración realizadas en la microcuenca

**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 1101

RADIO: 9

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	18.8	1.2	4.5	1.05150	0.05022	0.22599	3254.24
1	2	17.7	1.1	4.5	1.04955	0.04836	0.21762	3133.80
1	3	16.8	0.9	4.5	1.04225	0.04139	0.18623	2681.76
1	4	15.9	0.9	4.5	1.04412	0.04317	0.19427	2797.56
1	5	15.1	0.8	4.5	1.04082	0.04001	0.18002	2592.35
2	7	13.7	1.4	2.25	1.07692	0.07411	0.16674	2401.10
2	9	12.5	1.2	2.25	1.07059	0.06821	0.15347	2209.95
2	11	11.3	1.2	2.25	1.07595	0.07320	0.16471	2371.79
2	13	10.4	0.9	2.25	1.06040	0.05865	0.13196	1900.22
2	15	9.5	0.9	2.25	1.06429	0.06230	0.14018	2018.65
1	16	20						
3	19	17.8	2.2	1.5	1.09865	0.09409	0.14113	2032.27
3	22	16.1	1.7	1.5	1.08252	0.07930	0.11894	1712.79
3	25	14.5	1.6	1.5	1.08421	0.08085	0.12128	1746.41
3	28	13.1	1.4	1.5	1.07955	0.07654	0.11481	1653.27
3	31	11.8	1.3	1.5	1.07975	0.07673	0.11510	1657.45
4	35	10.3	1.5	1.125	1.10135	0.09654	0.10861	1563.91
1	36	20						
4	40	17.8	2.2	1.125	1.09865	0.09409	0.10585	1524.20
4	44	15.9	1.9	1.125	1.09314	0.08905	0.10018	1442.64
4	48	14.2	1.7	1.125	1.09091	0.08701	0.09789	1409.58
4	52	12.7	1.5	1.125	1.08721	0.08361	0.09407	1354.55
5	57	11	1.7	0.9	1.10968	0.10407	0.09366	1348.74
5	62	9.6	1.4	0.9	1.09929	0.09467	0.08520	1226.86
1	63	20						
5	68	17.8	2.2	0.9	1.09865	0.09409	0.08468	1219.36
5	73	15.9	1.9	0.9	1.09314	0.08905	0.08015	1154.11
5	78	14.1	1.8	0.9	1.09677	0.09237	0.08314	1197.16
10	88	11.2	2.9	0.45	1.18471	0.16950	0.07628	1098.37
1	89	20						
10	99	16.6	3.4	0.45	1.16114	0.14940	0.06723	968.11
10	109	13.7	2.9	0.45	1.15934	0.14785	0.06653	958.08
15	124	10.1	3.6	0.3	1.24658	0.22040	0.06612	952.13
15	139	7.2	2.9	0.3	1.24786	0.22143	0.06643	956.59

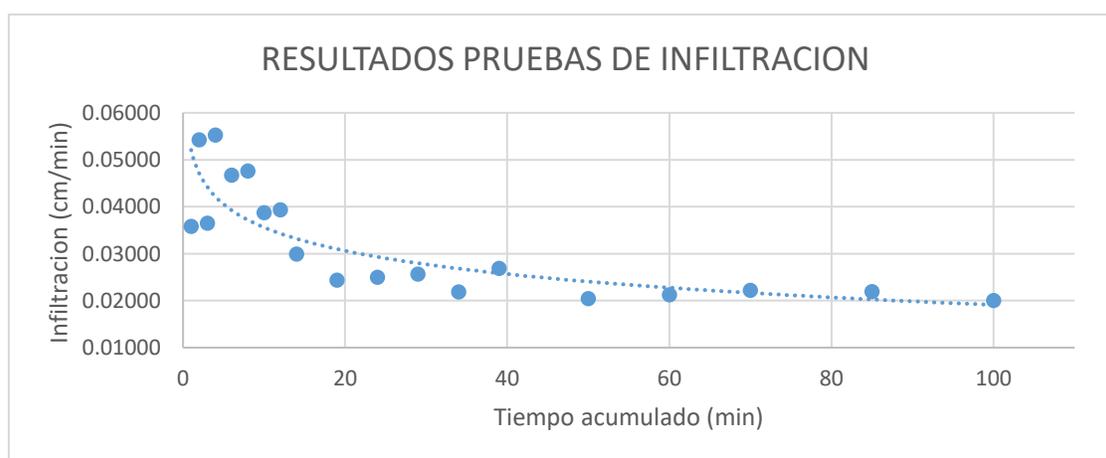


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 1103

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		23						
1	1	22.8	0.2	5	1.00719	0.00717	0.03584	516.13
1	2	22.5	0.3	5	1.01091	0.01085	0.05425	781.20
1	3	22.3	0.2	5	1.00733	0.00730	0.03650	525.55
1	4	22	0.3	5	1.01111	0.01105	0.05525	795.59
2	6	21.5	0.5	2.5	1.01887	0.01869	0.04673	672.92
2	8	21	0.5	2.5	1.01923	0.01905	0.04762	685.74
2	10	20.6	0.4	2.5	1.01563	0.01550	0.03876	558.15
2	12	20.2	0.4	2.5	1.01587	0.01575	0.03937	566.94
2	14	19.9	0.3	2.5	1.01205	0.01198	0.02994	431.14
5	19	19.3	0.6	1	1.02469	0.02439	0.02439	351.24
5	24	18.7	0.6	1	1.02532	0.02500	0.02500	360.02
5	29	18.1	0.6	1	1.02597	0.02564	0.02564	369.25
5	34	17.6	0.5	1	1.02212	0.02188	0.02188	315.11
5	39	17	0.6	1	1.02727	0.02691	0.02691	387.47
1	40	20						
10	50	19	1	0.5	1.04167	0.04082	0.02041	293.92
10	60	18	1	0.5	1.04348	0.04256	0.02128	306.43
10	70	17	1	0.50	1.04545	0.04445	0.02223	320.05
15	85	15.6	1.4	0.33	1.06796	0.06575	0.02192	315.61
15	100	14.4	1.2	0.33	1.06186	0.06002	0.02001	288.09

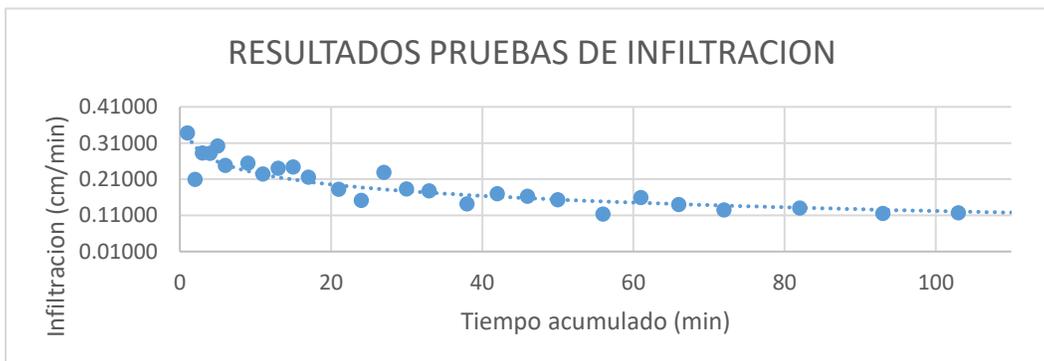


**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 1202

RADIO: 8.25

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	18.1	1.9	4.125	1.08549	0.08203	0.33838	4872.63
1	2	17	1.1	4.125	1.05207	0.05076	0.20939	3015.18
1	3	15.6	1.4	4.125	1.07098	0.06857	0.28285	4073.08
1	4	14.3	1.3	4.125	1.07056	0.06818	0.28124	4049.80
1	5	13	1.3	4.125	1.07591	0.07317	0.30182	4346.24
1	6	12	1	4.125	1.06202	0.06017	0.24820	3574.01
1	7	20						
2	9	17.2	2.8	2.0625	1.13130	0.12337	0.25445	3664.05
2	11	15	2.2	2.0625	1.11503	0.10888	0.22457	3233.85
2	13	12.9	2.1	2.0625	1.12335	0.11631	0.23990	3454.51
2	15	11	1.9	2.0625	1.12562	0.11833	0.24406	3514.52
2	17	9.5	1.5	2.0625	1.11009	0.10444	0.21541	3101.95
1	18	20						
3	21	17	3	1.375	1.14201	0.13279	0.18259	2629.27
3	24	14.8	2.2	1.375	1.11625	0.10997	0.15121	2177.47
3	27	11.9	2.9	1.375	1.18097	0.16633	0.22871	3293.41
3	30	9.9	2	1.375	1.14260	0.13331	0.18330	2639.51
3	33	8.2	1.7	1.38	1.13793	0.12921	0.17767	2558.39
1	34	20						
4	38	16.9	3.1	1.03	1.14744	0.13754	0.14183	2042.42
4	42	13.7	3.2	1.03	1.17952	0.16511	0.17027	2451.89
4	46	11.1	2.6	1.03	1.17077	0.15766	0.16259	2341.30
4	50	9.0	2.1	1.03	1.16000	0.14842	0.15306	2204.04
1	51	20.0						
5	56	16.9	3.1	0.83	1.14744	0.13754	0.11347	1633.93
5	61	13.2	3.7	0.83	1.21356	0.19356	0.15969	2299.51
5	66	10.5	2.7	0.83	1.18462	0.16942	0.13977	2012.69
1	67	20.0						
5	72	16.6	3.4	0.83	1.16405	0.15191	0.12532	1804.67
10	82	11.0	5.6	0.41	1.37025	0.31499	0.12993	1871.05
1	83	20.0						
10	93	14.1	5.9	0.41	1.32373	0.28045	0.11569	1665.90
10	103	9.6	4.5	0.41	1.32787	0.28358	0.11697	1684.44
1	104	20.0						
10	114	14.4	5.6	0.41	1.30229	0.26413	0.10895	1568.92
15	129	8.4	6	0.28	1.47904	0.39139	0.10763	1549.92
1	130	20.0						
15	145	12.5	7.5	0.28	1.45113	0.37234	0.10239	1474.47
15	160	7.4	5.1	0.28	1.44252	0.36639	0.10076	1450.90

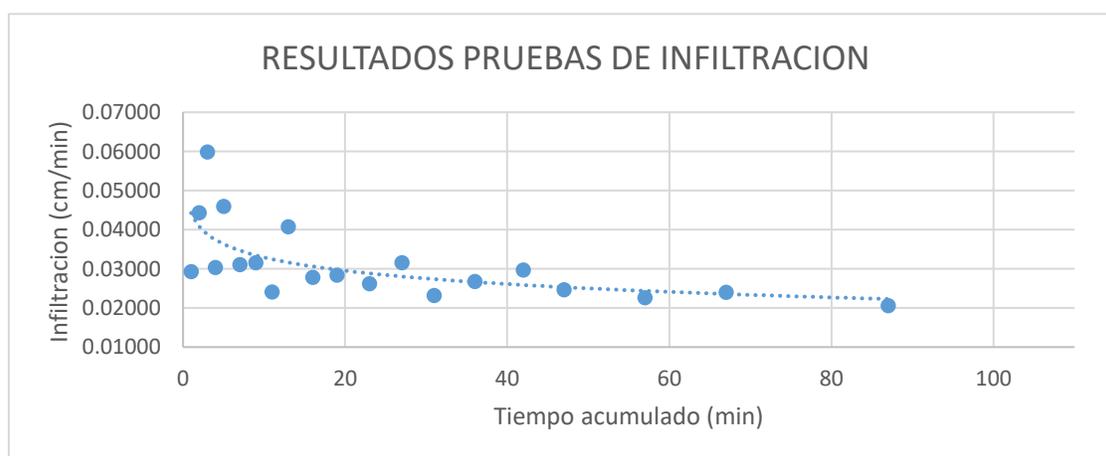


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 1203

RADIO: 7.5

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		22						
1	1	21.8	0.2	3.75	1.00783	0.00780	0.02924	421.05
1	2	21.5	0.3	3.75	1.01188	0.01181	0.04429	637.80
1	3	21.1	0.4	3.75	1.01610	0.01597	0.05988	862.29
1	4	20.9	0.2	3.75	1.00811	0.00808	0.03030	436.37
1	5	20.6	0.3	3.75	1.01232	0.01225	0.04592	661.23
2	7	20.2	0.4	1.875	1.01670	0.01656	0.03106	447.22
2	9	19.8	0.4	1.875	1.01699	0.01684	0.03158	454.75
2	11	19.5	0.3	1.875	1.01290	0.01282	0.02404	346.16
2	13	19	0.5	1.875	1.02198	0.02174	0.04076	586.98
3	16	18.5	0.5	1.25	1.02247	0.02222	0.02778	400.02
3	19	18	0.5	1.25	1.02299	0.02273	0.02841	409.11
4	23	17.4	0.6	0.9375	1.02837	0.02797	0.02623	377.65
4	27	16.7		0.9375	1.03423	0.03366	0.03155	454.37
4	31	16.2	0.5	0.9375	1.02506	0.02475	0.02321	334.18
5	36	15.5	0.7	0.75	1.03636	0.03572	0.02679	385.76
1	37	22						
5	42	21	1	0.75	1.04040	0.03961	0.02971	427.78
5	47	20.2	0.8	0.75	1.03340	0.03286	0.02464	354.86
10	57	18.8	1.4	0.375	1.06208	0.06023	0.02259	325.26
10	67	17.4	1.4	0.375	1.06619	0.06410	0.02404	346.11
20	87	15.2	2.2	0.1875	1.11609	0.10984	0.02059	296.56

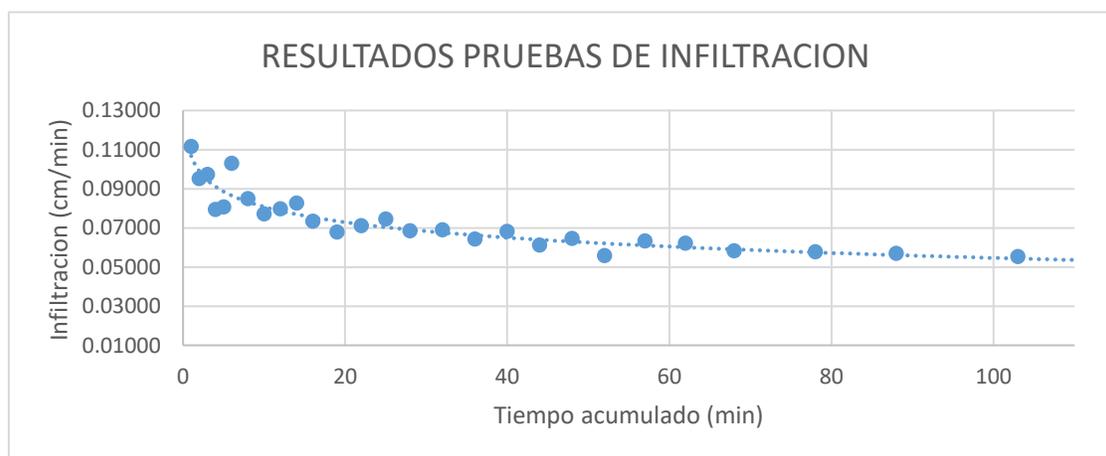


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 1301

RADIO: 9

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	19.4	0.6	4.5	1.02510	0.02479	0.11158	1606.69
1	2	18.9	0.5	4.5	1.02137	0.02114	0.09514	1370.03
1	3	18.4	0.5	4.5	1.02183	0.02160	0.09720	1399.62
1	4	18	0.4	4.5	1.01778	0.01762	0.07930	1141.88
1	5	17.6	0.4	4.5	1.01810	0.01794	0.08072	1162.36
1	6	17.1	0.5	4.5	1.02315	0.02288	0.10298	1482.90
2	8	16.3	0.8	2.25	1.03846	0.03774	0.08492	1222.79
2	10	15.6	0.7	2.25	1.03483	0.03423	0.07702	1109.15
2	12	14.9	0.7	2.25	1.03608	0.03545	0.07976	1148.47
2	14	14.2	0.7	2.25	1.03743	0.03675	0.08269	1190.69
2	16	13.6	0.6	2.25	1.03315	0.03261	0.07338	1056.62
3	19	12.8	0.8	1.5	1.04624	0.04521	0.06781	976.44
3	22	12	0.8	1.5	1.04848	0.04735	0.07102	1022.68
3	25	11.2	0.8	1.5	1.05096	0.04970	0.07455	1073.51
3	28	10.5	0.7	1.5	1.04667	0.04561	0.06842	985.19
1	29	20						
3	32	18.9	1.1	1.5	1.04701	0.04594	0.06891	992.24
4	36	17.6	1.3	1.125	1.05882	0.05716	0.06430	925.97
4	40	16.3	1.3	1.125	1.06250	0.06062	0.06820	982.12
4	44	15.2	1.1	1.125	1.05584	0.05433	0.06113	880.22
4	48	14.1	1.1	1.125	1.05914	0.05746	0.06464	930.80
4	52	13.2	0.9	1.125	1.05085	0.04960	0.05580	803.47
5	57	12	1.2	0.9	1.07273	0.07020	0.06318	909.85
5	62	10.9	1.1	0.9	1.07143	0.06899	0.06209	894.15
1	63	20						
5	68	18.5	1.5355996	0.9	1.06687	0.06473	0.05826	838.87
10	78	15.7	2.7644004	0.45	1.13685	0.12826	0.05772	831.14
10	88	13.3	2.4	0.45	1.13483	0.12648	0.05692	819.62
15	103	10.3	3	0.3	1.20270	0.18457	0.05537	797.35
1	104	20.0						
15	119	16.1	3.9	0.3	1.18932	0.17338	0.05201	749.01

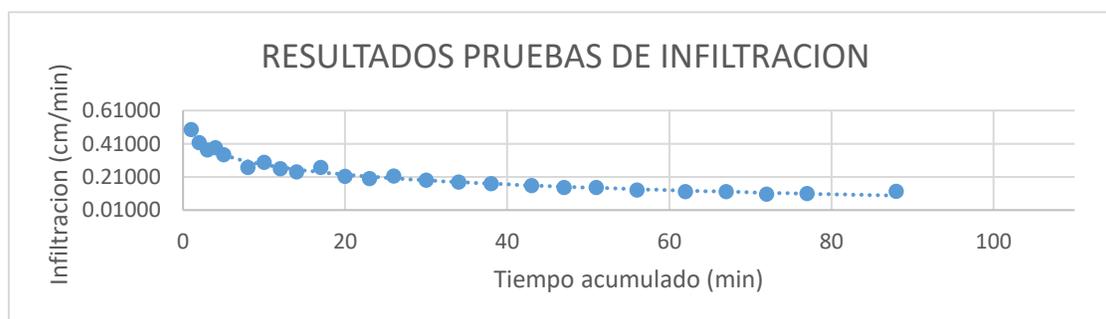


**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 1302

RADIO: 8

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	17.2	2.8	4	1.13208	0.12405	0.49621	7145.43
1	2	15.1	2.1	4	1.10995	0.10431	0.41725	6008.42
1	3	13.4	1.7	4	1.09770	0.09322	0.37287	5369.36
1	4	11.8	1.6	4	1.10127	0.09646	0.38584	5556.11
1	5	10.5	1.3	4	1.08966	0.08586	0.34345	4945.61
1	6	20						
2	8	17	3	2	1.14286	0.13353	0.26706	3845.70
2	10	14.1	2.9	2	1.16022	0.14861	0.29722	4279.98
2	12	11.9	2.2	2	1.13836	0.12959	0.25919	3732.27
2	14	10.1	1.8	2	1.12766	0.12014	0.24029	3460.16
1	15	20						
2	17	17	3	2	1.14286	0.13353	0.26706	3845.70
3	20	13.9	3.1	1.33333333	1.17318	0.15972	0.21296	3066.66
3	23	11.4	2.5	1.33333333	1.16234	0.15043	0.20058	2888.32
3	26	9.1	2.3	1.33333333	1.17557	0.16176	0.21567	3105.70
1	27	20						
3	30	16.8	3.2	1.33333333	1.15385	0.14310	0.19080	2747.54
4	34	13.4	3.4	1	1.19540	0.17848	0.17848	2570.15
4	38	10.7	2.7	1	1.18367	0.16862	0.16862	2428.17
1	39	20.0						
4	43	16.5	3.5	1	1.17073	0.15763	0.15763	2269.86
4	47	13.7	2.8	1	1.15819	0.14686	0.14686	2114.79
4	51	11.3	2.4	1	1.15686	0.14571	0.14571	2098.25
5	56	9.0	2.3	0.8	1.17692	0.16290	0.13032	1876.65
1	57	20						
5	62	16.6	3.4	0.8	1.16505	0.15276	0.12221	1759.83
5	67	13.7	2.9	0.8	1.16384	0.15173	0.12138	1747.89
5	72	11.5	2.2	0.8	1.14194	0.13272	0.10618	1528.99
5	77	9.5	2	0.8	1.14815	0.13815	0.11052	1591.49
1	78	20.0						
10	88	13.6	6.4	0.4	1.36364	0.31015	0.12406	1786.49
10	98	11.2	2.4	0.4	1.15789	0.14660	0.05864	844.44
10	108	8.5	2.7	0.4	1.21600	0.19557	0.07823	1126.46
1	109	20						
10	119	16.3	3.7	0.4	1.18227	0.16743	0.06697	964.41
15	134	12.2	4.1	0.26666667	1.25309	0.22561	0.06016	866.34
15	149	8.8	3.4	0.26666667	1.26563	0.23557	0.06282	904.57
1	150	20						
15	165	15.1	4.9	0.26666667	1.25654	0.22837	0.06090	876.92

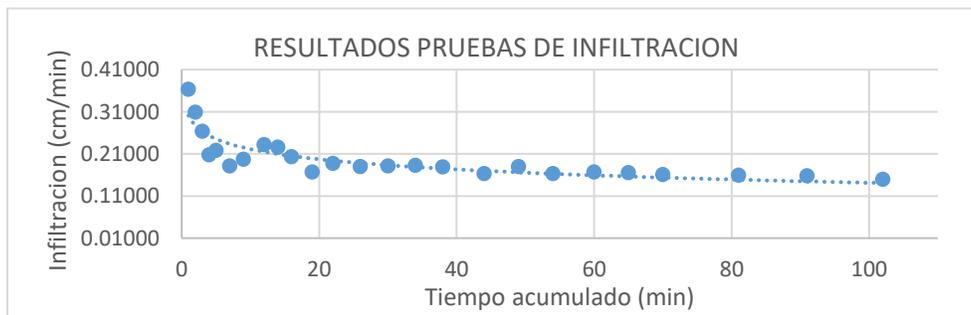


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 2102

RADIO: 9

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	18.1	1.9	4.5	1.08407	0.08072	0.36325	5230.86
1	2	16.6	1.5	4.5	1.07109	0.06868	0.30905	4450.26
1	3	15.4	1.2	4.5	1.06030	0.05855	0.26349	3794.25
1	4	14.5	0.9	4.5	1.04737	0.04628	0.20826	2998.99
1	5	13.6	0.9	4.5	1.04972	0.04853	0.21837	3144.55
2	7	12.2	1.4	2.25	1.08383	0.08050	0.18113	2608.30
2	9	10.8	1.4	2.25	1.09150	0.08756	0.19700	2836.81
1	10	21						
2	12	18.5	2.5	2.25	1.10870	0.10318	0.23216	3343.17
2	14	16.3	2.2	2.25	1.10577	0.10054	0.22622	3257.54
2	16	14.5	1.8	2.25	1.09474	0.09051	0.20366	2932.65
3	19	12.5	2	1.5	1.11765	0.11123	0.16684	2402.47
3	22	10.5	2	1.5	1.13333	0.12516	0.18774	2703.52
1	23	22						
3	26	19	3	1.5	1.12766	0.12014	0.18022	2595.12
4	30	15.5	3.5	1.125	1.17500	0.16127	0.18143	2612.54
4	34	12.5	3	1.125	1.17647	0.16252	0.18283	2632.81
4	38	10	2.5	1.125	1.17241	0.15906	0.17895	2576.85
1	39	22						
5	44	17.6	4.4	0.9	1.19910	0.18157	0.16341	2353.11
5	49	13.6	4	0.9	1.22099	0.19967	0.17970	2587.67
5	54	10.6	3	0.9	1.19868	0.18122	0.16310	2348.57
1	55	22						
5	60	17.5	4.5	0.9	1.20455	0.18610	0.16749	2411.89
5	65	13.8	3.7	0.9	1.20219	0.18414	0.16573	2386.47
5	70	10.8	3	0.9	1.19608	0.17905	0.16114	2320.47
1	71	22						
10	81	14.1	7.9	0.45	1.42473	0.35398	0.15929	2293.81
10	91	8.6	5.5	0.45	1.41985	0.35055	0.15775	2271.56
1	92	22.0						
10	102	14.5	7.5	0.45	1.39474	0.33271	0.14972	2155.93
10	112	9.1	5.4	0.45	1.39706	0.33437	0.15047	2166.71
1	113	22						
10	123	14.7	7.3	0.45	1.38021	0.32223	0.14501	2088.08
10	133	9.5	5.2	0.45	1.37143	0.31585	0.14213	2046.73
1	134	22						
15	149	12.2	9.8	0.3	1.58683	0.46174	0.13852	1994.70
1	150	22						
15	165	12.4	9.6	0.3	1.56805	0.44983	0.13495	1943.27
1	166	22						
15	181	12.6	9.4	0.3	1.54971	0.43807	0.13142	1892.45

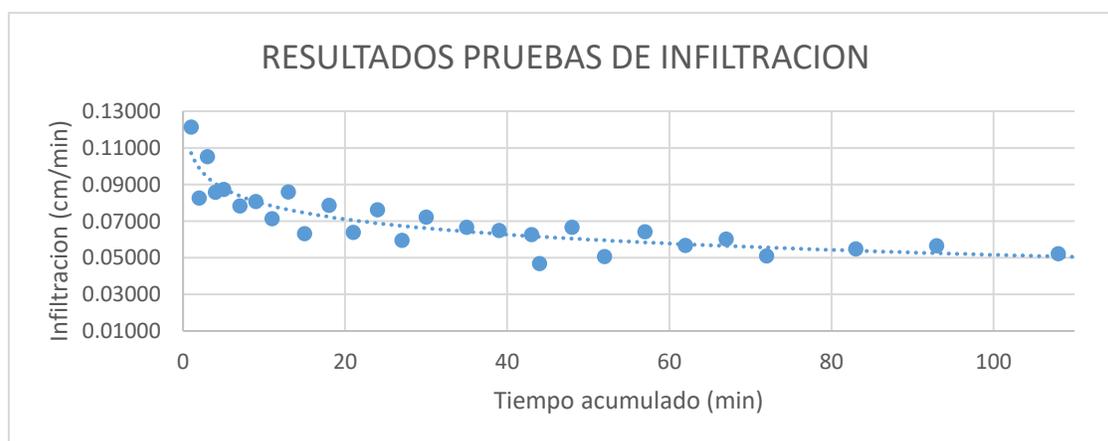


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 2201

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	19.4	0.6	5	1.02459	0.02429	0.12146	1749.07
1	2	19	0.4	5	1.01667	0.01653	0.08265	1190.11
1	3	18.5	0.5	5	1.02128	0.02105	0.10527	1515.85
1	4	18.1	0.4	5	1.01732	0.01717	0.08584	1236.08
1	5	17.7	0.4	5	1.01762	0.01747	0.08734	1257.67
2	7	17	0.7	2.5	1.03182	0.03132	0.07831	1127.61
2	9	16.3	0.7	2.5	1.03286	0.03234	0.08084	1164.07
2	11	15.7	0.6	2.5	1.02899	0.02857	0.07143	1028.64
2	13	15	0.7	2.5	1.03500	0.03440	0.08600	1238.45
2	15	14.5	0.5	2.5	1.02564	0.02532	0.06329	911.44
3	18	13.6	0.9	1.66666667	1.04839	0.04725	0.07875	1134.07
3	21	12.9	0.7	1.66666667	1.03911	0.03836	0.06393	920.66
3	24	12.1	0.8	1.66666667	1.04678	0.04572	0.07620	1097.33
3	27	11.5	0.6	1.66666667	1.03636	0.03572	0.05953	857.23
3	30	10.8	0.7	1.66666667	1.04430	0.04335	0.07225	1040.41
1	31	20						
4	35	18.7	1.3	1.25	1.05485	0.05340	0.06675	961.21
4	39	17.5	1.2	1.25	1.05333	0.05196	0.06495	935.28
4	43	16.4	1.1	1.25	1.05140	0.05012	0.06266	902.24
1	44	16.2	0.2	5	1.00943	0.00939	0.04695	676.06
4	48	15.1	1.1	1.25	1.05473	0.05328	0.06660	959.06
4	52	14.3	0.8	1.25	1.04145	0.04061	0.05077	731.06
5	57	13.1	1.2	1	1.06630	0.06419	0.06419	924.38
5	62	12.1	1	1	1.05848	0.05683	0.05683	818.40
5	67	11.1	1	1	1.06211	0.06026	0.06026	867.73
5	72	10.3	0.8	1	1.05229	0.05097	0.05097	733.92
1	73	20						
10	83	17.4	2.6	0.5	1.11607	0.10981	0.05491	790.67
10	93	15	2.4	0.5	1.12000	0.11333	0.05666	815.97
15	108	12.1	2.9	0.33333333	1.16959	0.15665	0.05222	751.94
15	123	9.6	2.5	0.33333333	1.17123	0.15806	0.05269	758.67

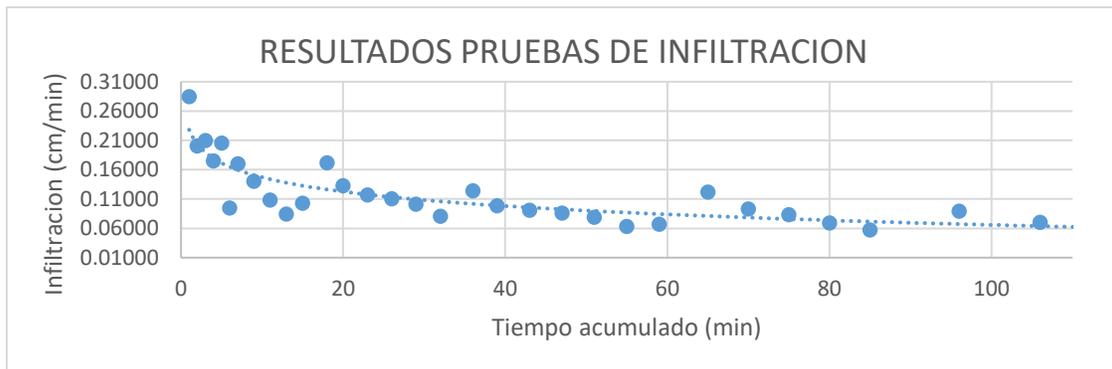


**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 3101

RADIO: 9

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	18.5	1.5	4.5	1.06522	0.06318	0.28431	4093.99
1	2	17.5	1	4.5	1.04545	0.04445	0.20003	2880.47
1	3	16.5	1	4.5	1.04762	0.04652	0.20934	3014.50
1	4	15.7	0.8	4.5	1.03960	0.03884	0.17478	2516.82
1	5	14.8	0.9	4.5	1.04663	0.04558	0.20510	2953.42
1	6	14.4	0.4	4.5	1.02116	0.02094	0.09424	1357.12
1	7	13.7	0.7	4.5	1.03846	0.03774	0.16983	2445.57
2	9	12.6	1.1	2.25	1.06433	0.06234	0.14027	2019.92
2	11	11.8	0.8	2.25	1.04908	0.04791	0.10781	1552.39
2	13	11.2	0.6	2.25	1.03822	0.03750	0.08438	1215.14
2	15	10.5	0.7	2.25	1.04667	0.04561	0.10262	1477.78
1	16	20						
2	18	18.2	1.8	2.25	1.07930	0.07631	0.17169	2472.39
2	20	16.9	1.3	2.25	1.06075	0.05897	0.13269	1910.76
3	23	15.3	1.6	1.5	1.08081	0.07771	0.11656	1678.51
3	26	13.9	1.4	1.5	1.07609	0.07333	0.11000	1583.96
3	29	12.7	1.2	1.5	1.06977	0.06744	0.10116	1456.73
3	32	11.8	0.9	1.5	1.05521	0.05374	0.08062	1160.88
1	33	19.5						
3	36	17.6	1.9	1.5	1.08597	0.08248	0.12371	1781.49
3	39	16.2	1.4	1.5	1.06763	0.06544	0.09817	1413.59
4	43	14.6	1.6	1.125	1.08377	0.08045	0.09050	1303.21
4	47	13.2	1.4	1.125	1.07910	0.07612	0.08564	1233.20
4	51	12.0	1.2	1.125	1.07273	0.07020	0.07898	1137.31
4	55	11.1	0.9	1.125	1.05769	0.05609	0.06310	908.65
4	59	10.2	0.9	1.125	1.06122	0.05942	0.06685	962.66
1	60	20						
5	65	16.9	3.1	0.9	1.14486	0.13528	0.12175	1753.26
5	70	14.8	2.1	0.9	1.10881	0.10329	0.09296	1338.58
5	75	13.1	1.7	0.9	1.09659	0.09221	0.08299	1194.99
5	80	11.8	1.3	0.9	1.07975	0.07673	0.06906	994.47
5	85	10.8	1	0.9	1.06536	0.06331	0.05698	820.53
1	86	20						
10	96	15.6	4.4	0.45	1.21891	0.19795	0.08908	1282.74
10	106	12.7	2.9	0.45	1.16860	0.15581	0.07011	1009.65
2	108	20						
15	123	14.5	5.5	0.3	1.28947	0.25423	0.07627	1098.29
15	138	10.1	4.4	0.3	1.30137	0.26342	0.07903	1137.96

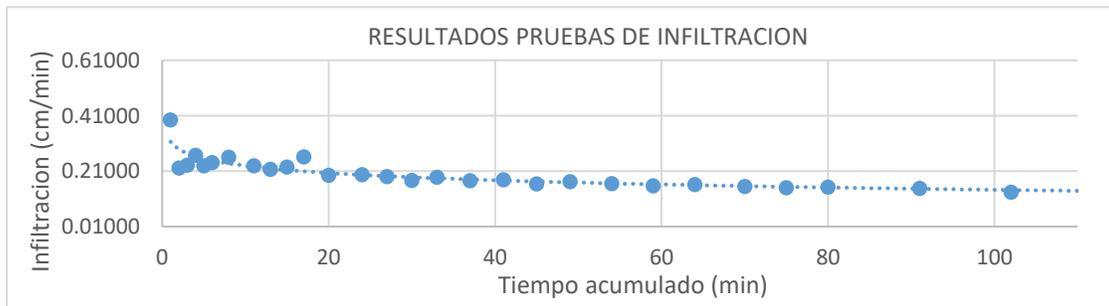


**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 3102

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	18.1	1.9	5	1.08225	0.07904	0.39522	5691.11
1	2	17.1	1	5	1.04525	0.04426	0.22128	3186.36
1	3	16.1	1	5	1.04739	0.04630	0.23152	3333.93
1	4	15	1.1	5	1.05500	0.05354	0.26770	3854.94
1	5	14.1	0.9	5	1.04712	0.04604	0.23022	3315.16
1	6	13.2	0.9	5	1.04945	0.04827	0.24133	3475.21
2	8	11.4	1.8	2.5	1.10976	0.10414	0.26035	3749.05
1	9	20						
2	11	17.8	2.2	2.5	1.09649	0.09212	0.23029	3316.15
2	13	15.9	1.9	2.5	1.09091	0.08701	0.21753	3132.41
2	15	14.1	1.8	2.5	1.09424	0.09006	0.22515	3242.19
2	17	12.2	1.9	2.5	1.11047	0.10478	0.26195	3772.04
3	20	10.3	1.9	1.66666667	1.12418	0.11706	0.19509	2809.36
1	21	20						
3	24	17.2	2.8	1.66666667	1.12613	0.11878	0.19797	2850.80
3	27	14.8	2.4	1.66666667	1.12121	0.11441	0.19068	2745.85
3	30	12.8	2	1.66666667	1.11236	0.10648	0.17747	2555.60
3	33	10.9	1.9	1.66666667	1.11950	0.11288	0.18813	2709.10
1	34	20						
3	37	17.5	2.5	1.66666667	1.11111	0.10536	0.17560	2528.65
4	41	14.5	3	1.25	1.15385	0.14310	0.17888	2575.82
4	45	12.1	2.4	1.25	1.14035	0.13134	0.16417	2364.05
4	49	9.9	2.2	1.25	1.14765	0.13772	0.17215	2478.91
1	50	20.0						
4	54	16.9	3.1	1.25	1.14155	0.13239	0.16549	2383.01
5	59	13.7	3.2	1	1.17112	0.15796	0.15796	2274.67
5	64	10.9	2.8	1	1.17610	0.16220	0.16220	2335.74
1	65	20.0						
5	70	16.4	3.6	1	1.16822	0.15548	0.15548	2238.98
5	75	13.4	3	1	1.16304	0.15104	0.15104	2174.98
5	80	10.8	2.6	1	1.16456	0.15234	0.15234	2193.71
1	81	20.0						
10	91	13.6	6.4	0.5	1.34409	0.29571	0.14786	2129.14
1	92	20						
10	102	14.1	5.9	0.5	1.30890	0.26919	0.13459	1938.15
1	103	20						
10	113	13.9	6.1	0.5	1.32275	0.27971	0.13986	2013.94
1	114	20						
15	129	11.6	8.4	0.33333333	1.50602	0.40947	0.13649	1965.47
1	130	20						
15	145	11.9	8.1	0.33333333	1.47929	0.39156	0.13052	1879.50



**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

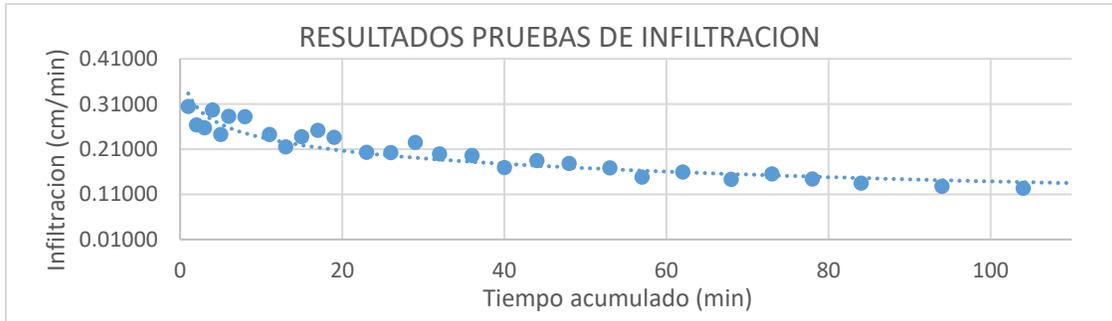
CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO:

3202

RADIO:

9

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	18.4	1.6	4.5	1.06987	0.06754	0.30391	4376.35
1	2	17.1	1.3	4.5	1.06019	0.05844	0.26300	3787.15
1	3	15.9	1.2	4.5	1.05882	0.05716	0.25721	3703.87
1	4	14.6	1.3	4.5	1.06806	0.06585	0.29631	4266.86
1	5	13.6	1	4.5	1.05525	0.05378	0.24199	3484.71
1	6	12.5	1.1	4.5	1.06471	0.06270	0.28214	4062.87
2	8	10.5	2	2.25	1.13333	0.12516	0.28162	4055.29
1	9	20						
2	11	17.5	2.5	2.25	1.11364	0.10763	0.24217	3487.23
2	13	15.5	2	2.25	1.10000	0.09531	0.21445	3088.05
2	15	13.5	2	2.25	1.11111	0.10536	0.23706	3413.68
2	17	11.6	1.9	2.25	1.11801	0.11155	0.25099	3614.30
2	19	10	1.6	2.25	1.11034	0.10467	0.23551	3391.33
1	20	20						
3	23	16.9	3.1	1.5	1.14486	0.13528	0.20292	2922.10
3	26	14.2	2.7	1.5	1.14439	0.13487	0.20230	2913.14
3	29	11.6	2.6	1.5	1.16149	0.14970	0.22456	3233.61
3	32	9.6	2	1.50	1.14184	0.13264	0.19897	2865.12
1	33	20						
3	36	17.0	3	1.50	1.13953	0.13062	0.19593	2821.40
4	40	14	3	1.13	1.16216	0.15028	0.16907	2434.57
4	44	11.2	2.8	1.13	1.17834	0.16411	0.18462	2658.58
4	48	8.9	2.3	1.13	1.17164	0.15841	0.17821	2566.18
1	49	20.0						
4	53	16.6	3.4	1.13	1.16114	0.14940	0.16808	2420.28
4	57	14.0	2.6	1.13	1.14054	0.13150	0.14794	2130.34
5	62	11	3	0.90	1.19355	0.17693	0.15924	2293.02
1	63	20.0						
5	68	16.4	3.6	0.90	1.17225	0.15892	0.14303	2059.65
5	73	13.1	3.3	0.90	1.18750	0.17185	0.15467	2227.18
5	78	10.5	2.6	0.90	1.17333	0.15985	0.14386	2071.64
1	79	20.0						
5	84	16.6	3.4	0.90	1.16114	0.14940	0.13446	1936.22
10	94	11.4	5.2	0.45	1.32704	0.28295	0.12733	1833.54
10	104	7.6	3.8	0.45	1.31405	0.27311	0.12290	1769.78
1	105	20						
15	120	12.2	7.8	0.30	1.46707	0.38326	0.11498	1655.70
1	121	20						
15	136	12.7	7.3	0.30	1.42442	0.35376	0.10613	1528.26
15	151	7.8	4.9	0.30	1.39837	0.33531	0.10059	1448.54

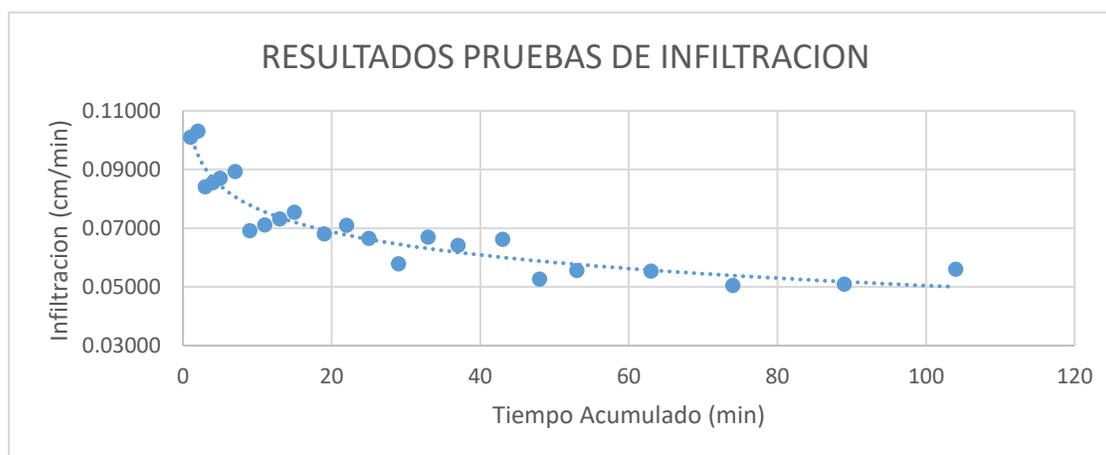


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 3203

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	19.5	0.5	5	1.02041	0.02020	0.10101	1454.59
1	2	19	0.5	5	1.02083	0.02062	0.10310	1484.59
1	3	18.6	0.4	5	1.01695	0.01681	0.08404	1210.11
1	4	18.2	0.4	5	1.01724	0.01709	0.08547	1230.80
1	5	17.8	0.4	5	1.01754	0.01739	0.08696	1252.21
2	7	17	0.8	2.5	1.03636	0.03572	0.08930	1285.85
2	9	16.4	0.6	2.5	1.02804	0.02765	0.06913	995.46
2	11	15.8	0.6	2.5	1.02885	0.02844	0.07109	1023.77
2	13	15.2	0.6	2.5	1.02970	0.02927	0.07318	1053.73
2	15	14.6	0.6	2.5	1.03061	0.03015	0.07538	1085.51
1	16	20						
3	19	19	1	1.66666667	1.04167	0.04082	0.06804	979.73
3	22	18	1	1.66666667	1.04348	0.04256	0.07093	1021.43
3	25	17.1	0.9	1.66666667	1.04072	0.03992	0.06653	958.00
4	29	16.1	1	1.25	1.04739	0.04630	0.05788	833.48
4	33	15	1.1	1.25	1.05500	0.05354	0.06693	963.73
4	37	14	1	1.25	1.05263	0.05129	0.06412	923.28
1	38	20						
5	43	18.4	1.6	1.00	1.06838	0.06614	0.06614	952.41
5	48	17.2	1.2	1.00	1.05405	0.05264	0.05264	758.07
5	53	16	1.2	1.00	1.05714	0.05557	0.05557	800.21
10	63	13.8	2.2	0.50	1.11702	0.11067	0.05533	796.79
1	64	20						
10	74	17.6	2.4	0.50	1.10619	0.10093	0.05046	726.67
15	89	14.4	3.2	0.33	1.16495	0.15268	0.05089	732.85
15	104	11.4	3	0.33	1.18293	0.16799	0.05600	806.36

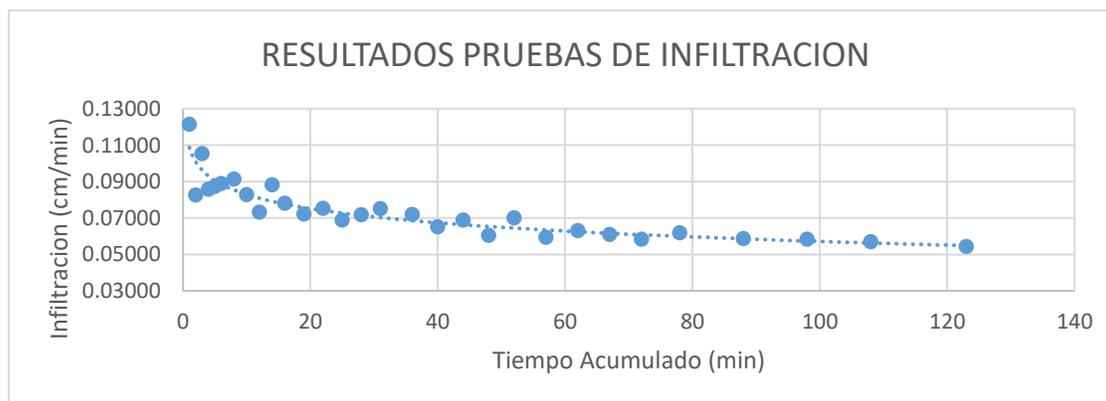


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 3301

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	19.4	0.6	5	1.02459	0.02429	0.12146	1749.07
1	2	19	0.4	5	1.01667	0.01653	0.08265	1190.11
1	3	18.5	0.5	5	1.02128	0.02105	0.10527	1515.85
1	4	18.1	0.4	5	1.01732	0.01717	0.08584	1236.08
1	5	17.7	0.4	5	1.01762	0.01747	0.08734	1257.67
1	6	17.3	0.4	5	1.01794	0.01778	0.08889	1280.03
2	8	16.5	0.8	2.5	1.03721	0.03653	0.09133	1315.21
2	10	15.8	0.7	2.5	1.03365	0.03310	0.08275	1191.60
2	12	15.2	0.6	2.5	1.02970	0.02927	0.07318	1053.73
2	14	14.5	0.7	2.5	1.03590	0.03527	0.08817	1269.65
2	16	13.9	0.6	2.5	1.03175	0.03125	0.07813	1125.09
3	19	13.1	0.8	1.66666667	1.04420	0.04325	0.07208	1038.00
3	22	12.3	0.8	1.66666667	1.04624	0.04521	0.07534	1084.93
3	25	11.6	0.7	1.66666667	1.04217	0.04130	0.06884	991.29
3	28	10.9	0.7	1.66666667	1.04403	0.04308	0.07181	1034.01
3	31	10.2	0.7	1.66666667	1.04605	0.04502	0.07504	1080.57
1	32	20						
4	36	18.6	1.4	1.25	1.05932	0.05763	0.07204	1037.32
4	40	17.4	1.2	1.25	1.05357	0.05219	0.06523	939.34
4	44	16.2	1.2	1.25	1.05660	0.05506	0.06882	991.08
4	48	15.2	1	1.25	1.04950	0.04832	0.06040	869.73
4	52	14.1	1.1	1.25	1.05759	0.05599	0.06999	1007.90
5	57	13	1.1	1	1.06111	0.05932	0.05932	854.16
5	62	11.9	1.1	1	1.06509	0.06306	0.06306	908.04
5	67	10.9	1	1	1.06289	0.06099	0.06099	878.32
5	72	10	0.9	1	1.06000	0.05827	0.05827	839.07
1	73	20						
5	78	18.5	1.5	1	1.06383	0.06188	0.06188	891.01
10	88	15.9	2.6	0.5	1.12440	0.11725	0.05863	844.21
10	98	13.6	2.3	0.5	1.12366	0.11659	0.05829	839.43
10	108	11.6	2	0.5	1.12048	0.11376	0.05688	819.06
15	123	9.1	2.5	0.33333333	1.17730	0.16323	0.05441	783.49
1	124	20						
15	139	16.2	3.8	0.33333333	1.17925	0.16487	0.05496	791.40
15	154	13.1	3.1	0.33333333	1.17127	0.15809	0.05270	758.83

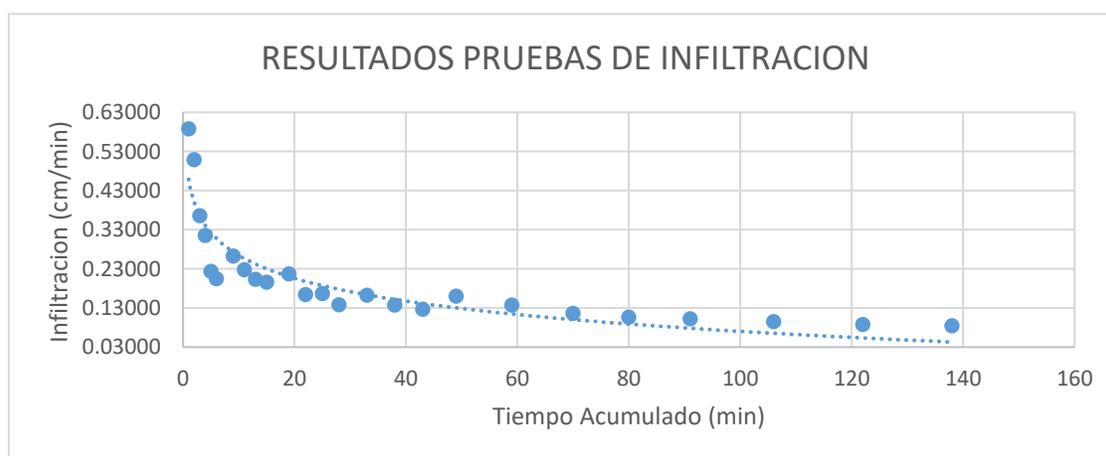


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 3302

RADIO: 9

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	17	3	4.5	1.13953	0.13062	0.58779	8464.19
1	2	14.7	2.3	4.5	1.11979	0.11314	0.50914	7331.64
1	3	13.2	1.5	4.5	1.08475	0.08135	0.36606	5271.20
1	4	12	1.2	4.5	1.07273	0.07020	0.31592	4549.24
1	5	11.2	0.8	4.5	1.05096	0.04970	0.22365	3220.54
1	6	10.5	0.7	4.5	1.04667	0.04561	0.20525	2955.56
1	7	20						
2	9	17.3	2.7	2.25	1.12385	0.11676	0.26272	3783.13
2	11	15.2	2.1	2.25	1.10660	0.10129	0.22791	3281.84
2	13	13.5	1.7	2.25	1.09444	0.09025	0.20306	2924.00
2	15	12	1.5	2.25	1.09091	0.08701	0.19578	2819.17
1	16	20						
3	19	16.7	3.3	1.5	1.15566	0.14467	0.21701	3124.91
3	22	14.5	2.2	1.5	1.11579	0.10956	0.16434	2366.54
3	25	12.5	2	1.5	1.11765	0.11123	0.16684	2402.47
3	28	11	1.5	1.5	1.09677	0.09237	0.13856	1995.26
1	29	20						
4	33	16.7	3.3	1.125	1.15566	0.14467	0.16276	2343.69
5	38	13.7	3	0.90	1.16484	0.15258	0.13732	1977.43
5	43	11.3	2.4	0.90	1.15190	0.14141	0.12727	1832.70
1	44	20						
5	49	16	4	0.90	1.19512	0.17825	0.16042	2310.10
10	59	10.6	5.4	0.45	1.35762	0.30573	0.13758	1981.13
1	60	20						
10	70	14.4	5.6	0.45	1.29630	0.25951	0.11678	1681.63
10	80	10.4	4	0.45	1.26846	0.23780	0.10701	1540.95
1	81	20						
10	91	15	5	0.45	1.25641	0.22826	0.10272	1479.12
15	106	9.7	5.3	0.30	1.37324	0.31717	0.09515	1370.19
1	107	20						
15	122	13.8	6.2	0.30	1.33880	0.29177	0.08753	1260.46
1	123	20						
15	138	14	6	0.30	1.32432	0.28090	0.08427	1213.50



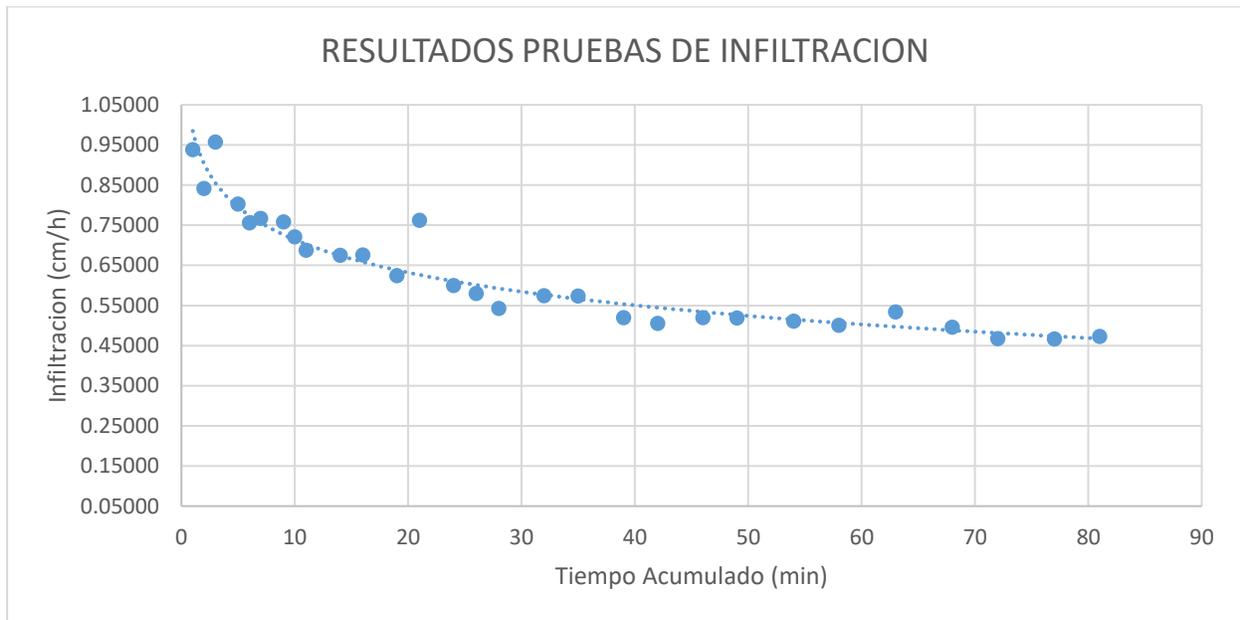
RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 4101

RADIO: 8

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		18						
1	1	13.4	4.6	4	1.26437	0.23457	0.93829	13511.36
1	2	10.1	3.3	4	1.23404	0.21030	0.84118	12113.02
1	3	7.1	3	4	1.27027	0.23923	0.95692	13779.63
1	4	18						
1	5	14	4	4	1.22222	0.20067	0.80268	11558.63
1	6	10.9	3.1	4	1.20805	0.18901	0.75604	10887.01
1	7	8.3	2.6	4	1.21138	0.19176	0.76705	11045.49
1	8	18						
1	9	14.2	3.8	4	1.20879	0.18962	0.75848	10922.16
1	10	11.2	3	4	1.19737	0.18013	0.72050	10375.27
1	11	8.8	2.4	4	1.18750	0.17185	0.68740	9898.57
1	12	18						
2	14	11.7	6.3	2	1.40127	0.33738	0.67476	9716.59
2	16	7.2	4.5	2	1.40179	0.33775	0.67549	9727.11
1	17	18						
2	19	12.1	5.9	2	1.36646	0.31222	0.62445	8992.03
2	21	7	5.1	2	1.46364	0.38092	0.76185	10970.61
1	22	18						
2	24	12.3	5.7	2	1.34969	0.29988	0.59975	8636.47
2	26	8.2	4.1	2	1.33607	0.28973	0.57946	8344.20
2	28	5.3	2.9	2	1.31183	0.27142	0.54284	7816.94
1	29	18						
3	32	10.3	7.7	1.33333333	1.53846	0.43078	0.57438	8271.03
3	35	5.3	5	1.33333333	1.53763	0.43025	0.57366	8260.71
1	36	18						
3	39	10.9	7.1	1.33333333	1.47651	0.38968	0.51957	7481.88
3	42	6.2	4.7	1.33333333	1.46078	0.37897	0.50530	7276.29
1	43	18						
3	46	10.9	7.1	1.33333333	1.47651	0.38968	0.51957	7481.88
3	49	6.1	4.8	1.33333333	1.47525	0.38883	0.51843	7465.46
1	50	18						
4	54	9.2	8.8	1	1.66667	0.51083	0.51083	7355.89
4	58	4	5.2	1	1.65000	0.50078	0.50078	7211.16
1	59	18						
4	63	8.9	9.1	1	1.70543	0.53382	0.53382	7686.94
1	64	18						
4	68	9.4	8.6	1	1.64179	0.49579	0.49579	7139.34
4	72	4.4	5	1	1.59524	0.46702	0.46702	6725.13
1	73	18						
4	77	9.8	8.2	1	1.59420	0.46637	0.46637	6715.78
4	81	4.6	5.2	1	1.60465	0.47291	0.47291	6809.85
1	82	18.0						
5	87	8.3	9.7	0.8	1.78862	0.58144	0.46515	6698.23
1	88	18.0						
5	93	9.0	9	0.8	1.69231	0.52609	0.42087	6060.59
1	94	18.0						
5	99	9.2	8.8	0.8	1.66667	0.51083	0.40866	5884.71
1	100	18.0						
5	105	9.3	8.7	0.8	1.65414	0.50328	0.40262	5797.77

1	106	18.0						
5	111	9.6	8.4	0.8	1.61765	0.48097	0.38478	5540.81
1	112	18.0						
5	117	9.4	8.6	0.8	1.64179	0.49579	0.39663	5711.47
1	118	18.0						
5	123	9.7	8.3	0.8	1.60584	0.47365	0.37892	5456.41
1	124	18.0						
5	129	9.6	8.4	0.8	1.61765	0.48097	0.38478	5540.81
1	130	18.0						
5	135	9.8	8.2	0.8	1.59420	0.46637	0.37310	5372.63
1	136	18.0						
5	141	10.1	7.9	0.8	1.56028	0.44487	0.35589	5124.88
1	142	18.0						
5	147	10.2	7.8	0.8	1.54930	0.43780	0.35024	5043.46
5	152	5.3	4.9	0.8	1.52688	0.42323	0.33858	4875.58
1	153	18.0						
10	163	5.4	12.6	0.4	2.34043	0.85033	0.34013	4897.92
1	164	18.0						
10	174	5.5	12.5	0.4	2.31579	0.83975	0.33590	4836.96
1	175	18.0						
10	185	5.9	12.1	0.4	2.22222	0.79851	0.31940	4599.40

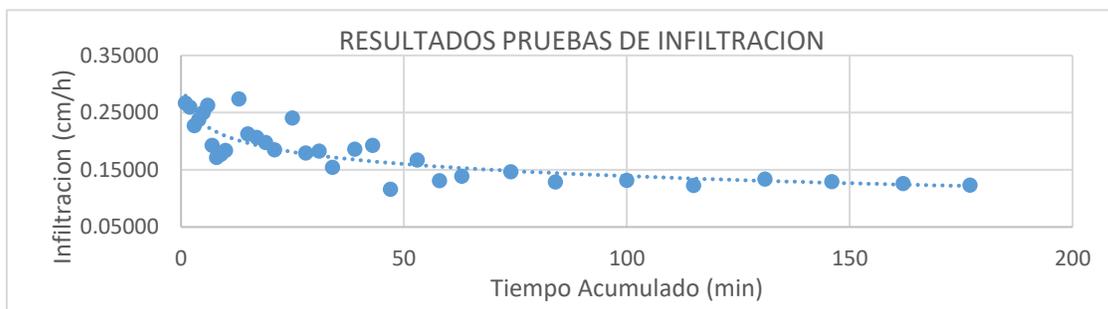


**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 4103

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	18.7	1.3	5	1.05485	0.05340	0.26700	3844.86
1	2	17.5	1.2	5	1.05333	0.05196	0.25980	3741.10
1	3	16.5	1	5	1.04651	0.04546	0.22731	3273.29
1	4	15.5	1	5	1.04878	0.04763	0.23814	3429.22
1	5	14.5	1	5	1.05128	0.05001	0.25005	3600.75
1	6	13.5	1	5	1.05405	0.05264	0.26322	3790.35
1	7	12.8	0.7	5	1.03933	0.03857	0.19286	2777.20
1	8	12.2	0.6	5	1.03488	0.03429	0.17145	2468.81
1	9	11.6	0.6	5	1.03614	0.03551	0.17753	2556.48
1	10	11	0.6	5	1.03750	0.03681	0.18407	2650.61
1	11	21						
2	13	18.3	2.7	2.5	1.11588	0.10964	0.27411	3947.15
2	15	16.4	1.9	2.5	1.08879	0.08506	0.21266	3062.25
2	17	14.7	1.7	2.5	1.08629	0.08277	0.20693	2979.80
2	19	13.2	1.5	2.5	1.08242	0.07920	0.19799	2851.09
2	21	11.9	1.3	2.5	1.07692	0.07411	0.18527	2667.89
1	22	21						
3	25	17.5	3.5	1.67	1.15556	0.14458	0.24097	3469.95
3	28	15.2	2.3	1.67	1.11386	0.10783	0.17972	2587.98
3	31	13.1	2.1	1.67	1.11602	0.10977	0.18295	2634.50
3	34	11.5	1.6	1.67	1.09697	0.09255	0.15425	2221.24
1	35	21						
4	39	17.4	3.6	1.25	1.16071	0.14904	0.18629	2682.64
4	43	14.2	3.2	1.25	1.16667	0.15415	0.19269	2774.71
4	47	12.5	1.7	1.25	1.09714	0.09271	0.11589	1668.77
1	48	21						
5	53	17	4	1.00	1.18182	0.16705	0.16705	2405.58
5	58	14.3	2.7	1.00	1.13990	0.13094	0.13094	1885.50
5	63	11.8	2.5	1.00	1.14881	0.13873	0.13873	1997.66
1	64	21						
10	74	14.4	6.6	0.50	1.34021	0.29282	0.14641	2108.33
10	84	10	4.4	0.50	1.29333	0.25722	0.12861	1852.00
1	85	22						
15	100	13.2	8.8	0.33	1.48352	0.39442	0.13147	1893.19
15	115	7.6	5.6	0.33	1.44444	0.36772	0.12257	1765.08
1	116	21						
15	131	12.4	8.6	0.33	1.49425	0.40163	0.13388	1927.81
15	146	6.8	5.6	0.33	1.47458	0.38837	0.12946	1864.18
1	147	21						
15	162	12.8	8.2	0.33	1.46067	0.37890	0.12630	1818.71
15	177	7.3	5.5	0.33	1.44715	0.36960	0.12320	1774.08

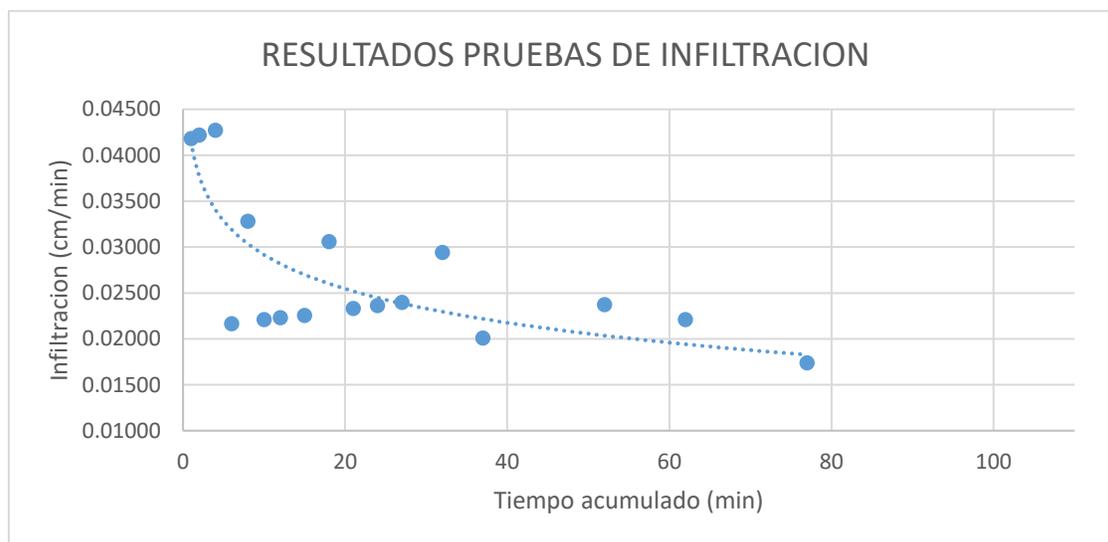


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 4202

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		19						
1	1	18.8	0.2	5	1.00840	0.00837	0.04184	602.51
1	2	18.6	0.2	5	1.00847	0.00844	0.04219	607.60
2	4	18.2	0.4	2.5	1.01724	0.01709	0.04274	615.40
2	6	18	0.2	2.5	1.00870	0.00866	0.02165	311.69
2	8	17.7	0.3	2.5	1.01322	0.01313	0.03282	472.65
2	10	17.5	0.2	2.5	1.00889	0.00885	0.02212	318.59
2	12	17.3	0.2	2.5	1.00897	0.00893	0.02232	321.43
3	15	17	0.3	1.66666667	1.01364	0.01354	0.02257	325.06
3	18	16.6	0.4	1.66666667	1.01852	0.01835	0.03058	440.38
3	21	16.3	0.3	1.66666667	1.01408	0.01399	0.02331	335.67
3	24	16	0.3	1.66666667	1.01429	0.01418	0.02364	340.43
3	27	15.7	0.3	1.66666667	1.01449	0.01439	0.02398	345.33
5	32	15.1	0.6	1	1.02985	0.02941	0.02941	423.56
5	37	14.7	0.4	1	1.02030	0.02010	0.02010	289.46
5	42	14.4						
10	52	13.5	0.9	0.5	1.04865	0.04750	0.02375	342.02
10	62	12.7	0.8	0.5	1.04520	0.04421	0.02210	318.28
15	77	11.8	0.9	0.33	1.05357	0.05219	0.01740	250.49

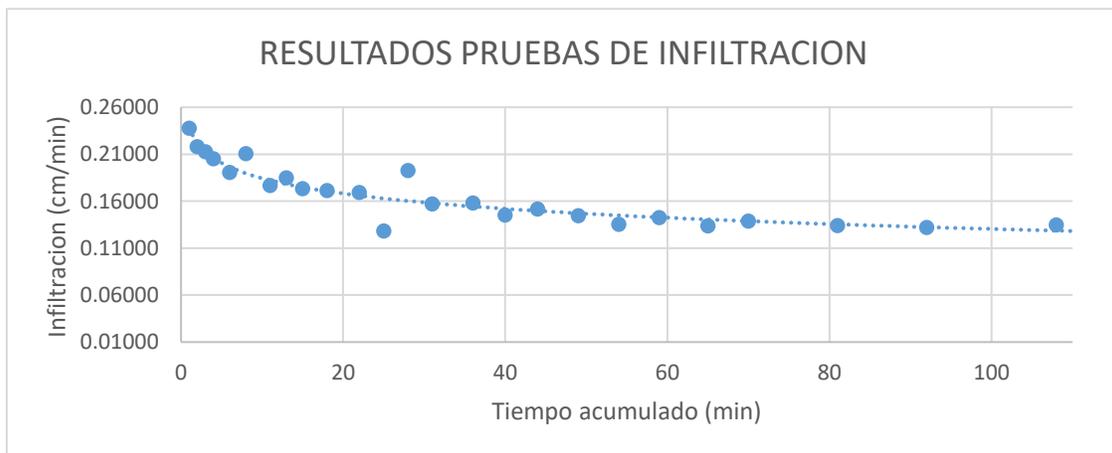


**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 4203

RADIO: 8

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		22						
1	1	20.5	1.5	4	1.06122	0.05942	0.23769	3422.79
1	2	19.2	1.3	4	1.05603	0.05452	0.21808	3140.40
1	3	18	1.2	4	1.05455	0.05311	0.21244	3059.13
1	4	16.9	1.1	4	1.05263	0.05129	0.20517	2954.49
2	6	15	1.9	2	1.10000	0.09531	0.19062	2744.93
2	8	13.1	1.9	2	1.11111	0.10536	0.21072	3034.38
1	9	22						
2	11	19.8	2.2	2	1.09244	0.08841	0.17682	2546.24
2	13	17.7	2.1	2	1.09677	0.09237	0.18475	2660.35
2	15	15.9	1.8	2	1.09045	0.08659	0.17319	2493.86
3	18	13.5	2.4	1.33333333	1.13714	0.12852	0.17136	2467.56
1	19	22						
3	22	18.9	3.1	1.33333333	1.13537	0.12696	0.16928	2437.62
3	25	16.8	2.1	1.33333333	1.10096	0.09618	0.12825	1846.73
3	28	14	2.8	1.33333333	1.15556	0.14458	0.19277	2775.96
3	31	12	2	1.33333333	1.12500	0.11778	0.15704	2261.43
1	32	22						
4	36	18.2	3.8	1	1.17117	0.15800	0.15800	2275.26
4	40	15.2	3	1	1.15625	0.14518	0.14518	2090.62
4	44	12.5	2.7	1	1.16364	0.15155	0.15155	2182.32
1	45	22						
4	49	18.5	3.5	1	1.15556	0.14458	0.14458	2081.97
5	54	15	3.5	0.8	1.18421	0.16908	0.13526	1947.76
5	59	11.9	3.1	0.8	1.19497	0.17812	0.14250	2051.94
1	60	22						
5	65	18	4	0.8	1.18182	0.16705	0.13364	1924.46
5	70	14.5	3.5	0.8	1.18919	0.17327	0.13862	1996.09
1	71	22						
10	81	14.6	7.4	0.4	1.39785	0.33493	0.13397	1929.23
1	82	22						
10	92	14.7	7.3	0.4	1.39037	0.32957	0.13183	1898.34
1	93	22.5						
15	108	12	10.5	0.26666667	1.65625	0.50456	0.13455	1937.50
1	109	22						
15	124	11.9	10.1	0.26666667	1.63522	0.49178	0.13114	1888.43

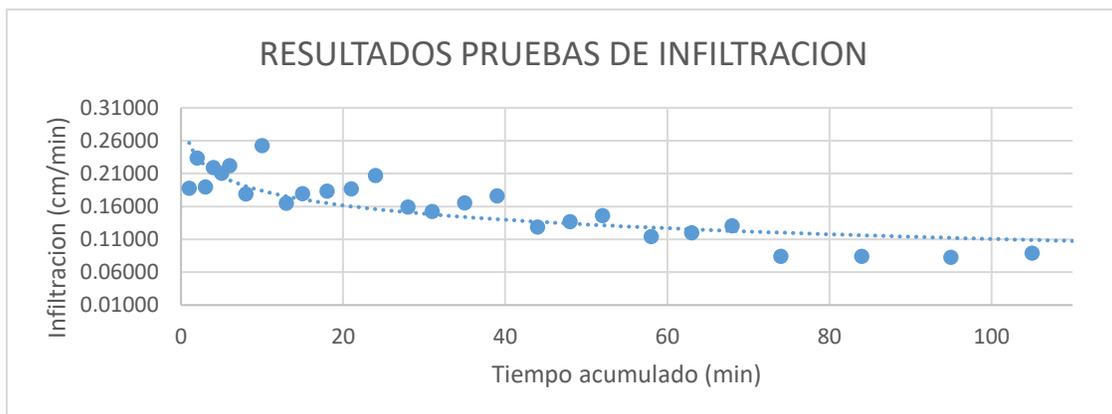


**RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA**

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 4302

RADIO: 8

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	18.9	1.1	4	1.04803	0.04692	0.18767	2702.41
1	2	17.6	1.3	4	1.06019	0.05844	0.23377	3366.35
1	3	16.6	1	4	1.04854	0.04740	0.18961	2730.37
1	4	15.5	1.1	4	1.05641	0.05488	0.21951	3160.89
1	5	14.5	1	4	1.05405	0.05264	0.21057	3032.28
1	6	13.5	1	4	1.05714	0.05557	0.22228	3200.82
2	8	12	1.5	2	1.09375	0.08961	0.17922	2580.83
2	10	10.1	1.9	2	1.13475	0.12641	0.25283	3640.72
1	11	20						
2	13	18.1	1.9	2	1.08597	0.08248	0.16495	2375.32
2	15	16.2	1.9	2	1.09406	0.08990	0.17979	2588.98
3	18	13.6	2.6	1.33333333	1.14773	0.13778	0.18371	2645.45
3	21	11.3	2.3	1.33333333	1.15033	0.14005	0.18673	2688.88
3	24	9.1	2.2	1.33333333	1.16794	0.15524	0.20699	2980.62
1	25	20						
3	28	17.3	2.7	1.33333333	1.12676	0.11935	0.15913	2291.46
3	31	15	2.3	1.33333333	1.12105	0.11427	0.15236	2193.95
4	35	12.1	2.9	1	1.18012	0.16562	0.16562	2384.92
4	39	9.5	2.6	1	1.19259	0.17613	0.17613	2536.27
1	40	20.0						
4	44	17.1	2.9	1	1.13744	0.12878	0.12878	1854.44
4	48	14.4	2.7	1	1.14674	0.13692	0.13692	1971.68
4	52	11.9	2.5	1	1.15723	0.14603	0.14603	2102.85
1	53	20.0						
5	58	16.8	3.2	0.8	1.15385	0.14310	0.11448	1648.52
5	63	13.9	2.9	0.8	1.16201	0.15015	0.12012	1729.75
5	68	11.2	2.7	0.8	1.17763	0.16351	0.13080	1883.58
1	69	20.0						
5	74	17.6	2.4	0.8	1.11111	0.10536	0.08429	1213.75
10	84	13.5	4.1	0.4	1.23429	0.21049	0.08420	1212.44
1	85	20						
10	95	15.5	4.5	0.4	1.23077	0.20764	0.08306	1196.00
10	105	11.6	3.9	0.4	1.25000	0.22314	0.08926	1285.31
1	106	20						
15	121	13.3	6.7	0.26666667	1.38728	0.32735	0.08729	1257.01
1	122	20						
15	137	13.7	6.3	0.26666667	1.35593	0.30449	0.08120	1169.24

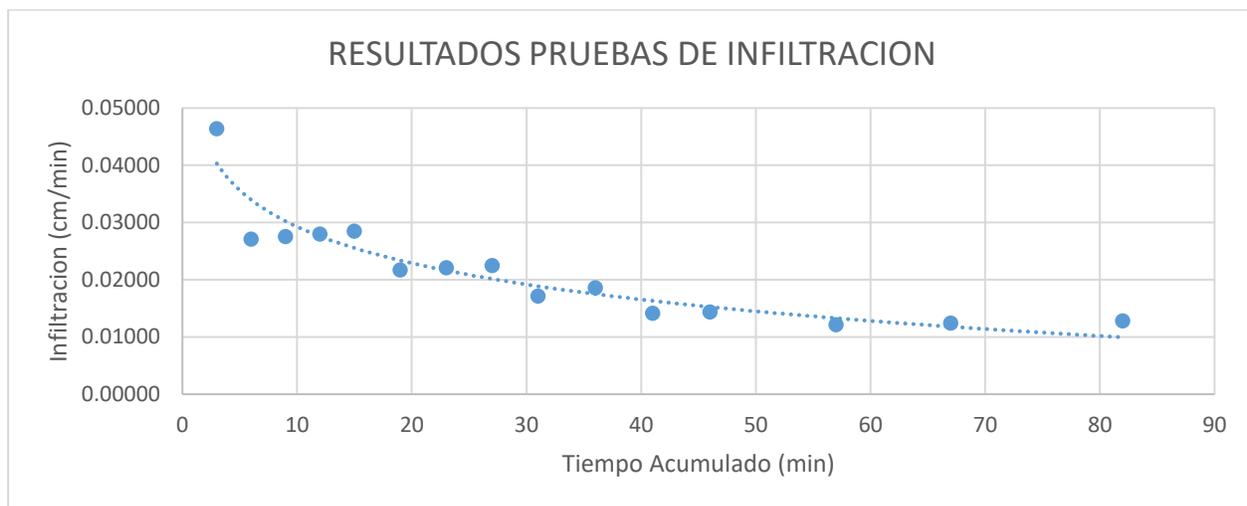


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 4303

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20.5						
3	3	19.8	0.7	1.66666667	1.02823	0.02783	0.04639	668.04
3	6	19.4	0.4	1.66666667	1.01639	0.01626	0.02710	390.25
3	9	19	0.4	1.66666667	1.01667	0.01653	0.02755	396.70
3	12	18.6	0.4	1.66666667	1.01695	0.01681	0.02801	403.37
3	15	18.2	0.4	1.66666667	1.01724	0.01709	0.02849	410.27
4	19	17.8	0.4	1.25	1.01754	0.01739	0.02174	313.05
4	23	17.4	0.4	1.25	1.01786	0.01770	0.02212	318.59
4	27	17	0.4	1.25	1.01818	0.01802	0.02252	324.33
4	31	16.7	0.3	1.25	1.01382	0.01373	0.01716	247.14
5	36	16.3	0.4	1	1.01878	0.01861	0.01861	267.91
5	41	16	0.3	1	1.01429	0.01418	0.01418	204.26
5	46	15.7	0.3	1	1.01449	0.01439	0.01439	207.20
1	47	20						
10	57	19.4	0.6	0.5	1.02459	0.02429	0.01215	174.91
10	67	18.8	0.6	0.5	1.02521	0.02490	0.01245	179.26
15	82	17.9	0.9	0.33333333	1.03930	0.03855	0.01285	185.03

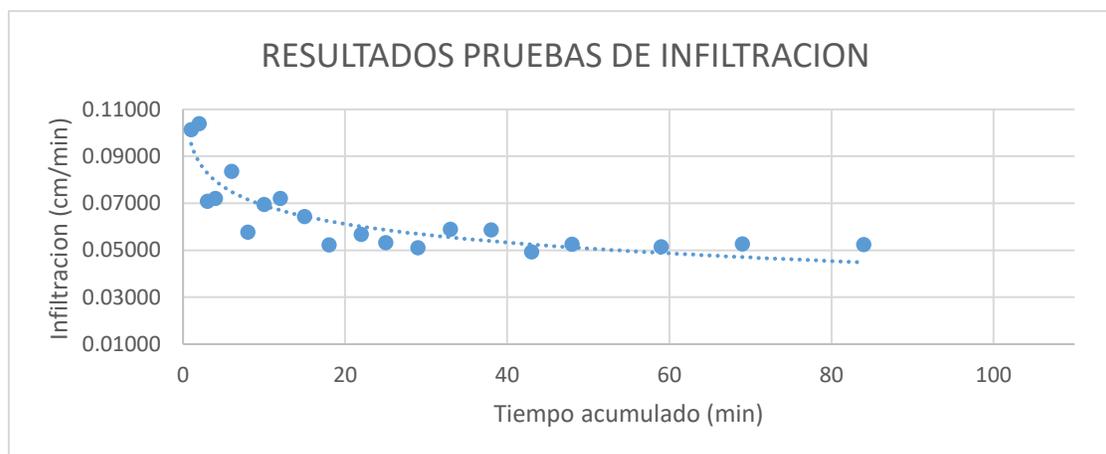


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 5101

RADIO: 8

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	19.4	0.6	4	1.02564	0.02532	0.10127	1458.31
1	2	18.8	0.6	4	1.02632	0.02598	0.10390	1496.19
1	3	18.4	0.4	4	1.01786	0.01770	0.07080	1019.50
1	4	18	0.4	4	1.01818	0.01802	0.07207	1037.87
2	6	17.1	0.9	2	1.04265	0.04177	0.08354	1202.96
2	8	16.5		2	1.02927	0.02885	0.05770	830.83
2	10	15.8	0.7	2	1.03535	0.03474	0.06949	1000.60
2	12	15.1	0.7	2	1.03665	0.03599	0.07199	1036.62
3	15	14.2	0.9	1.33333333	1.04945	0.04827	0.06436	926.72
3	18	13.5	0.7	1.33333333	1.04000	0.03922	0.05229	753.04
1	19	20						
3	22	19	1	1.33333333	1.04348	0.04256	0.05675	817.14
3	25	18.1	0.9	1.33333333	1.04072	0.03992	0.05322	766.40
4	29	17	1.1	1	1.05238	0.05106	0.05106	735.19
4	33	15.8		1	1.06061	0.05884	0.05884	847.30
5	38	14.4	1.4	0.8	1.07609	0.07333	0.05867	844.78
5	43	13.3	1.1	0.8	1.06358	0.06164	0.04932	710.14
5	48	12.2	1.1	0.8	1.06790	0.06570	0.05256	756.81
1	49	20						
10	59	17.1	2.9	0.40	1.13744	0.12878	0.05151	741.78
10	69	14.5	2.6	0.40	1.14054	0.13150	0.05260	757.45
15	84	11.2	3.3	0.27	1.21711	0.19648	0.05239	754.47

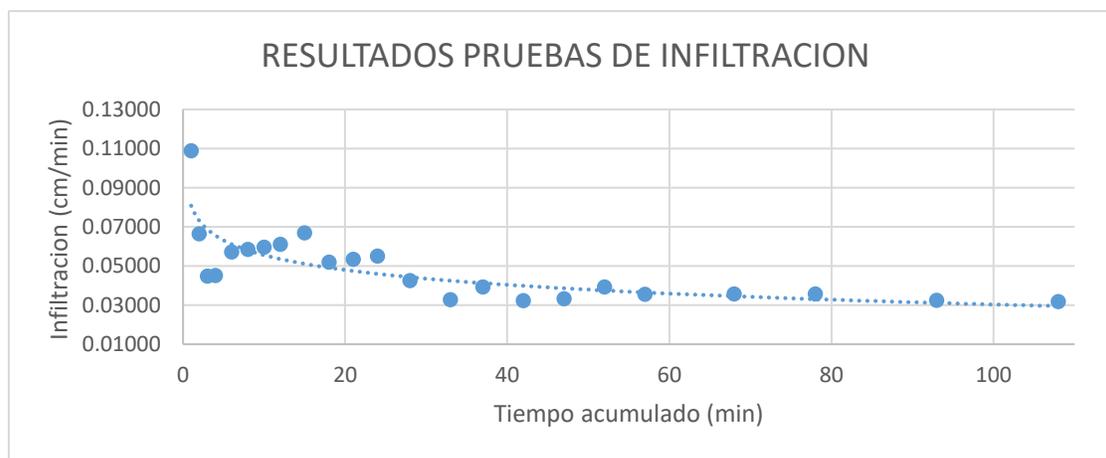


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 5102

RADIO: 11

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	19.5	0.5	5.5	1.02000	0.01980	0.10891	1568.37
1	2	19.2	0.3	5.5	1.01215	0.01207	0.06640	956.15
1	3	19	0.2	5.5	1.00816	0.00813	0.04472	643.91
1	4	18.8	0.2	5.5	1.00823	0.00820	0.04508	649.18
2	6	18.3	0.5	2.75	1.02101	0.02079	0.05717	823.31
2	8	17.8	0.5	2.75	1.02146	0.02123	0.05839	840.80
2	10	17.3	0.5	2.75	1.02193	0.02169	0.05966	859.04
2	12	16.8	0.5	2.75	1.02242	0.02217	0.06098	878.08
3	15	16	0.8	1.83333333	1.03721	0.03653	0.06698	964.49
3	18	15.4	0.6	1.83333333	1.02871	0.02830	0.05189	747.22
3	21	14.8	0.6	1.83333333	1.02956	0.02913	0.05340	768.99
3	24	14.2	0.6	1.83333333	1.03046	0.03000	0.05500	792.06
4	28	13.6	0.6	1.375	1.03141	0.03093	0.04253	612.42
1	29	20						
4	33	19.4	0.6	1.375	1.02410	0.02381	0.03274	471.45
4	37	18.7	0.7	1.375	1.02893	0.02852	0.03921	564.60
5	42	18	0.7	1.1	1.02979	0.02935	0.03229	464.94
5	47	17.3	0.7	1.1	1.03070	0.03024	0.03326	479.00
5	52	16.5	0.8	1.1	1.03636	0.03572	0.03929	565.77
5	57	15.8	0.7	1.10	1.03286	0.03234	0.03557	512.19
1	58	20.0						
10	68	18.4	1.6	0.55	1.06695	0.06480	0.03564	513.22
10	78	16.9	1.5	0.55	1.06696	0.06482	0.03565	513.35
15	93	15.0	1.9	0.37	1.09268	0.08864	0.03250	468.00
15	108	13.3	1.7	0.37	1.09043	0.08657	0.03174	457.08

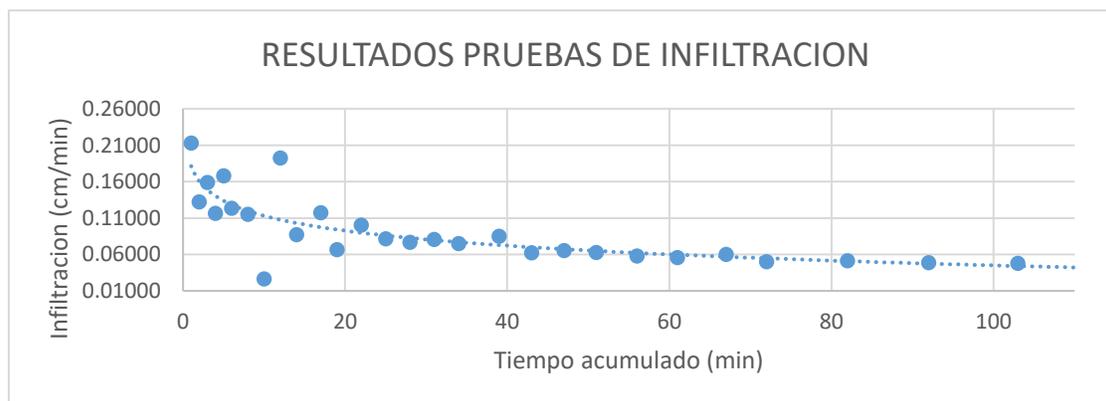


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 5203

RADIO: 10

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	R/2(t2-t1)	(2h1+R)/(2h2+R)	Ln	cm/min	mm/día
0		19						
1	1	18	1	5	1.04348	0.04256	0.21280	3064.29
1	2	17.4	0.6	5	1.02679	0.02643	0.13217	1903.19
1	3	16.7	0.7	5	1.03226	0.03175	0.15874	2285.91
1	4	16.2	0.5	5	1.02358	0.02331	0.11656	1678.40
1	5	15.5	0.7	5	1.03415	0.03358	0.16788	2417.49
1	6	15		5	1.02500	0.02469	0.12346	1777.87
2	8	14.1	0.9	2.5	1.04712	0.04604	0.11511	1657.58
2	10	13.9	0.2	2.5	1.01058	0.01053	0.02632	378.95
2	12	12.5	1.4	2.5	1.08000	0.07696	0.19240	2770.60
2	14	11.9	0.6	2.5	1.03550	0.03489	0.08722	1255.94
1	15	19						
2	17	17.9	1.1	2.5	1.04803	0.04692	0.11729	1689.01
2	19	17.3	0.6	2.5	1.02691	0.02655	0.06638	955.81
3	22	16	1.3	1.66666667	1.06190	0.06006	0.10011	1441.54
3	25	15		1.66666667	1.05000	0.04879	0.08132	1170.96
3	28	14.1	0.9	1.66666667	1.04712	0.04604	0.07674	1105.05
3	31	13.2	0.9	1.66666667	1.04945	0.04827	0.08044	1158.40
3	34	12.4	0.8	1.66666667	1.04598	0.04495	0.07492	1078.83
1	35	19.3						
4	39	17.7	1.6	1.25	1.07048	0.06811	0.08514	1226.01
4	43	16.6	1.1	1.25	1.05093	0.04967	0.06209	894.09
4	47	15.5	1.1	1.25	1.05366	0.05227	0.06534	940.83
4	51	14.5	1	1.25	1.05128	0.05001	0.06251	900.19
5	56	13.4	1.1	1.00	1.05978	0.05806	0.05806	836.12
5	61	12.4	1	1.00	1.05747	0.05588	0.05588	804.68
1	62	19.0						
5	67	17.6	1.4	1.00	1.06195	0.06010	0.06010	865.50
5	72	16.5	1.1	1.00	1.05116	0.04990	0.04990	718.52
10	82	14.4	2.1	0.50	1.10825	0.10278	0.05139	740.02
10	92	12.6	1.8	0.50	1.10227	0.09737	0.04869	701.09
1	93	19.1						
10	103	16.9	2.2	0.50	1.10046	0.09573	0.04786	689.22
10	113	14.9	2	0.50	1.10050	0.09577	0.04788	689.52
15	128	12.5	2.4	0.33	1.13714	0.12852	0.04284	616.89
15	143	10.5	2	0.33	1.12903	0.12136	0.04045	582.53

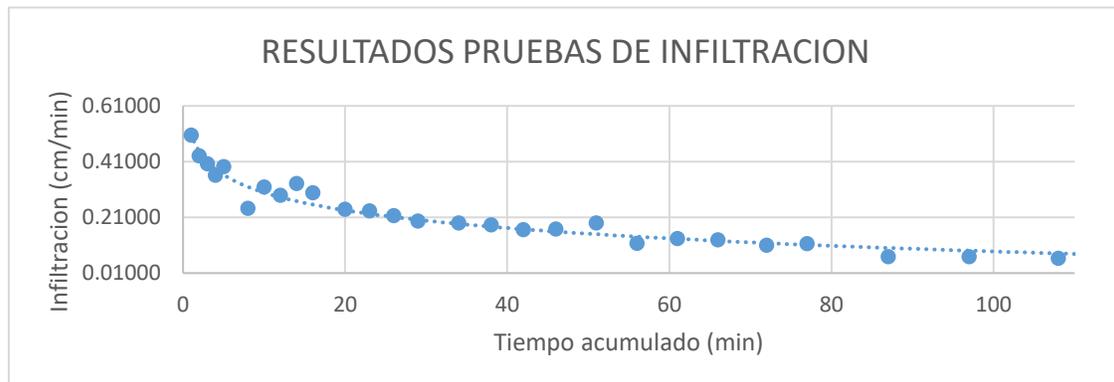


RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN MICROCUENCA RIO ATESCATEMPA

CÓDIGO UNIDAD DE MAPEO: 5302

RADIO: 9

INTERVALO (min)	ACUM (min)	LECTURA (cm)	DIFERENCIA (cm)	$R/2(t_2-t_1)$	$(2h_1+R)/(2h_2+R)$	Ln	cm/min	mm/día
0		20						
1	1	17.4	2.6	4.5	1.11872	0.11219	0.50484	7269.68
1	2	15.4	2	4.5	1.10050	0.09577	0.43095	6205.70
1	3	13.7	1.7	4.5	1.09341	0.08930	0.40184	5786.52
1	4	12.3	1.4	4.5	1.08333	0.08004	0.36019	5186.77
1	5	10.9	1.4	4.5	1.09091	0.08701	0.39155	5638.34
1	6	20						
2	8	17.5	2.5	2.25	1.11364	0.10763	0.24217	3487.23
2	10	14.6	2.9	2.25	1.15183	0.14135	0.31805	4579.87
2	12	12.3	2.3	2.25	1.13690	0.12831	0.28870	4157.23
2	14	10	2.3	2.25	1.15862	0.14723	0.33127	4770.26
2	16	8.2	1.8	2.25	1.14173	0.13255	0.29823	4294.51
1	17	20						
3	20	16.4	3.6	1.5	1.17225	0.15892	0.23839	3432.76
3	23	13.4	3	1.5	1.16760	0.15495	0.23242	3346.89
3	26	11	2.4	1.5	1.15484	0.14396	0.21594	3109.55
3	29	9.1	1.9	1.5	1.13971	0.13077	0.19616	2824.64
1	30	20						
4	34	16.2	3.8	1.125	1.18357	0.16854	0.18961	2730.34
4	38	13.1	3.1	1.125	1.17614	0.16223	0.18251	2628.20
4	42	10.7	2.4	1.125	1.15789	0.14660	0.16493	2374.98
4	46	8.6	2.1	1.125	1.16031	0.14868	0.16727	2408.67
1	47	20.0						
4	51	16.2	3.8	1.125	1.18357	0.16854	0.18961	2730.34
5	56	13.7	2.5	0.9	1.13736	0.12871	0.11584	1668.11
5	61	11.2	2.5	0.9	1.15924	0.14776	0.13298	1914.98
5	66	9.1	2.1	0.9	1.15441	0.14359	0.12923	1860.94
1	67	20.0						
5	72	17.2	2.8	0.9	1.12903	0.12136	0.10922	1572.84
5	77	14.6	2.6	0.9	1.13613	0.12762	0.11486	1654.01
10	87	11.9	2.7	0.45	1.16463	0.15241	0.06858	987.60
10	97	9.6	2.3	0.45	1.16312	0.15111	0.06800	979.17
1	98	20.0						
10	108	16.8	3.2	0.45	1.15023	0.13997	0.06298	906.98
10	118	13.9	2.9	0.45	1.15761	0.14636	0.06586	948.39
15	133	10.1	3.8	0.3	1.26027	0.23133	0.06940	999.34
1	134	20						
15	149	15.5	4.5	0.3	1.22500	0.20294	0.06088	876.70



Anexo 4. Calculo de la recarga potencial en las diferentes unidades de mapeo de la microcuenca.

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	1101
---------------------	------

fc [mm/d]	986.65
Kp [0.01%]	0.10
Kv [0.01%]	0.10
Kfc [0.01%]	0.97
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.93
PR (mm)	750.00
HSi (mm)	162.73
No de mes con que inicia Hsi	11.00
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	23.33
PMP	15.40
(CC-PMP)	7.93
	162.73
	107.42
	55.31

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	7.00	48.00	153.00	276.00	206.00	221.00	275.00	178.00	18.00	4.00	1389.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	5.76	18.36	33.12	24.72	26.52	33.00	21.36	5.00	4.00	179.84
Pi (mm)	0.00	0.00	2.00	42.24	134.64	242.88	181.28	194.48	242.00	156.64	13.00	0.00	1209.16
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	103.73	106.51	136.90	144.92	149.50	145.09	150.44	147.03	132.91	124.72	104.66	99.12	1545.54
HSi (mm)	109.08	107.52	107.42	107.42	107.42	162.73	162.73	162.73	162.73	162.73	162.73	123.40	1638.60
C1	0.03	0.00	0.04	0.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.29	8.12
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	1.66	0.10	2.00	42.24	134.64	298.19	236.59	249.79	297.31	211.95	68.31	15.98	1558.78
ETR (mm)	1.56	0.10	2.00	42.24	74.75	145.09	150.44	147.03	132.91	124.72	52.33	14.32	887.49
HSf (mm)	107.52	107.42	107.42	107.42	162.73	162.73	162.73	162.73	162.73	162.73	123.40	109.08	1638.60
DCC (mm)	55.21	55.31	55.31	55.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.33	53.65	314.12
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	4.58	97.79	30.84	47.45	109.09	31.92	0.00	0.00	321.67
NR (mm)	157.38	161.72	190.21	157.99	74.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.66	138.45	972.16

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	1103
---------------------	------

fc [mm/d]	304.82
Kp [0.01%]	0.1
Kv [0.01%]	0.1
Kfc [0.01%]	0.76
I [0.01%]	0.96
DS (g/cm ³)	1.08
PR (mm)	750
HSi (mm)	191.16
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	23.6 191.16
PMP	13.6 110.16
(CC-PMP)	10 81

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	3.00	28.00	146.00	271.00	242.00	232.00	268.00	186.00	17.00	2.00	1397.00
Ret [mm]	1.00	1.00	3.00	5.00	17.52	32.52	29.04	27.84	32.16	22.32	5.00	2.00	178.40
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	22.02	122.98	228.28	203.85	195.43	225.75	156.68	11.49	0.00	1166.47
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.98	5.50	10.20	9.11	8.73	10.09	7.00	0.51	0.00	52.13
ETP (mm)	108.20	110.75	141.83	150.05	154.12	149.33	155.17	151.67	136.49	128.42	108.88	103.68	1598.58
HSi (mm)	123.86	114.71	111.60	110.34	111.80	157.72	191.16	191.16	191.16	191.16	191.16	148.21	1834.03
C1	0.17	0.06	0.02	0.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.47	7.99
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	13.70	4.55	1.44	22.20	124.62	275.84	284.85	276.43	306.75	237.68	92.49	38.05	1678.58
ETR (mm)	9.15	3.11	1.26	20.56	77.06	149.33	155.17	151.67	136.49	128.42	54.44	24.35	911.01
HSf (mm)	114.71	111.60	110.34	111.80	157.72	191.16	191.16	191.16	191.16	191.16	148.21	123.86	1834.03
DCC (mm)	76.45	79.56	80.82	79.36	33.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.95	67.30	459.89
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.51	48.68	43.76	89.26	28.26	0.00	0.00	255.47
NR (mm)	175.50	187.20	221.39	208.85	110.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.39	146.63	1147.47

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETP: Evapotranspiración Potencial.

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	1202
---------------------	------

fc [mm/d]	1545.73
Kp [0.01%]	0.1
Kv [0.01%]	0.1
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.78
PR (mm)	500
HSi (mm)	143.247
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	143.247
PMP	79.56
(CC-PMP)	63.687

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	4.00	30.00	150.00	276.00	241.00	243.00	273.00	196.00	17.00	3.00	1435.00
Ret [mm]	1.00	1.00	4.00	5.00	18.00	33.12	28.92	29.16	32.76	23.52	5.00	3.00	184.48
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	25.00	132.00	242.88	212.08	213.84	240.24	172.48	12.00	0.00	1250.52
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	107.41	109.69	140.19	148.34	152.70	148.27	153.71	149.88	135.52	127.80	107.83	102.41	1583.75
HSi (mm)	83.83	80.23	79.65	79.56	79.56	135.21	143.25	143.25	143.25	143.25	143.25	101.33	1355.61
C1	0.07	0.01	0.00	0.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.34	7.81
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	4.27	0.67	0.09	25.00	132.00	298.53	275.77	277.53	303.93	236.17	75.69	21.77	1651.41
ETR (mm)	3.60	0.58	0.09	25.00	76.35	148.27	153.71	149.88	135.52	127.80	53.91	17.51	892.22
HSf (mm)	80.23	79.65	79.56	79.56	135.21	143.25	143.25	143.25	143.25	143.25	101.33	83.83	1355.61
DCC (mm)	63.02	63.59	63.69	63.69	8.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.91	59.42	363.35
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.57	58.37	63.96	104.72	44.68	0.00	0.00	358.30
NR (mm)	166.83	172.71	203.78	187.03	84.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.83	144.33	1054.88

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	1202
---------------------	------

fc [mm/d]	350.11
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.1
Kfc [0.01%]	0.79
I [0.01%]	0.95
DS (g/cm ³)	1.14
PR (mm)	500
HSi (mm)	148.941
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	148.941
PMP	65.379
(CC-PMP)	83.562

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	6.00	45.00	155.00	279.00	218.00	235.00	280.00	186.00	19.00	4.00	1430.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	5.40	18.60	33.48	26.16	28.20	33.60	22.32	5.00	4.00	184.76
Pi (mm)	0.00	0.00	0.95	37.51	129.20	232.57	181.72	195.89	233.40	155.04	13.26	0.00	1179.54
ESC (mm)	0.00	0.00	0.05	2.09	7.20	12.95	10.12	10.91	13.00	8.64	0.74	0.00	65.70
ETP (mm)	105.04	107.30	137.56	145.95	150.57	146.15	151.17	147.74	133.56	125.64	105.45	100.39	1556.53
HSi (mm)	82.99	71.92	67.72	65.96	70.21	124.13	148.94	148.94	148.94	148.94	148.94	109.48	1337.10
C1	0.21	0.08	0.04	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	8.31
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	17.61	6.54	3.29	38.09	134.03	291.31	265.28	279.45	316.96	238.61	96.82	44.10	1732.09
ETR (mm)	11.07	4.20	2.71	33.27	75.28	146.15	151.17	147.74	133.56	125.64	52.73	26.49	910.00
HSf (mm)	71.92	67.72	65.96	70.21	124.13	148.94	148.94	148.94	148.94	148.94	109.48	82.99	1337.10
DCC (mm)	77.02	81.22	82.98	78.73	24.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.46	65.95	450.19
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.60	30.55	48.15	99.84	29.40	0.00	0.00	269.53
NR (mm)	171.00	184.32	217.83	191.42	100.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	92.19	139.85	1096.71

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	1301
---------------------	------

fc [mm/d]	807.2
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.1
Kfc [0.01%]	0.94
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.03
PR (mm)	800
HSi (mm)	193.8872
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

	Por peso	
	%	mm
CC	23.53	193.8872
PMP	16.47	135.7128
(CC-PMP)	7.06	58.1744

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	7.00	53.00	158.00	282.00	209.00	225.00	285.00	181.00	19.00	5.00	1427.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	6.36	18.96	33.84	25.08	27.00	34.20	21.72	5.00	5.00	185.16
Pi (mm)	0.00	0.00	2.00	46.64	139.04	248.16	183.92	198.00	250.80	159.28	14.00	0.00	1241.84
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	103.47	106.24	135.92	144.24	149.14	144.74	149.72	146.31	132.91	124.41	104.13	98.87	1540.10
HSi (mm)	138.73	136.05	135.74	135.71	135.71	193.89	193.89	193.89	193.89	193.89	193.89	155.82	2001.09
C1	0.05	0.01	0.03	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.35	8.24
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	3.02	0.33	2.03	46.64	139.04	306.33	242.09	256.17	308.97	217.45	72.17	20.11	1614.38
ETR (mm)	2.69	0.31	2.03	46.64	74.57	144.74	149.72	146.31	132.91	124.41	52.07	17.09	893.48
HSf (mm)	136.05	135.74	135.71	135.71	193.89	193.89	193.89	193.89	193.89	193.89	155.82	138.73	2001.09
DCC (mm)	57.84	58.15	58.17	58.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.07	55.15	325.55
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	6.29	103.42	34.20	51.69	117.89	34.87	0.00	0.00	348.36
NR (mm)	158.62	164.08	192.06	155.77	74.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.13	136.94	972.18

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETP: Evapotranspiración Potencial.

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	1302
---------------------	------

fc [mm/d]	947.74
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.1
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.97
PR (mm)	800
HSi (mm)	184.688
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.2

Por peso	
%	mm
CC	184.688
PMP	145.3448
(CC-PMP)	39.3432

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	8.00	46.00	156.00	287.00	221.00	240.00	281.00	184.00	20.00	4.00	1450.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	9.20	31.20	57.40	44.20	48.00	56.20	36.80	5.00	4.00	300.00
Pi (mm)	0.00	0.00	3.00	36.80	124.80	229.60	176.80	192.00	224.80	147.20	15.00	0.00	1150.00
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	103.73	106.24	136.57	144.24	149.14	144.39	149.72	145.60	132.26	124.41	104.13	98.87	1539.30
HSi (mm)	145.34	145.34	145.34	145.34	145.34	184.69	184.69	184.69	184.69	184.69	184.69	147.62	1982.47
C1	0.00	0.00	0.08	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.06	8.07
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	0.00	0.00	3.00	36.80	124.80	268.94	216.14	231.34	264.14	186.54	54.34	2.28	1388.34
ETR (mm)	0.00	0.00	3.00	36.80	74.57	144.39	149.72	145.60	132.26	124.41	52.07	2.28	865.08
HSf (mm)	145.34	145.34	145.34	145.34	184.69	184.69	184.69	184.69	184.69	184.69	147.62	145.34	1982.47
DCC (mm)	39.34	39.34	39.34	39.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.07	39.34	233.78
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	10.88	85.21	27.08	46.40	92.54	22.79	0.00	0.00	284.92
NR (mm)	143.07	145.59	172.92	146.78	74.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.13	135.94	908.00

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	2102
---------------------	------

fc [mm/d]	1993.04
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.2
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.87
PR (mm)	750
HSi (mm)	270.135
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.2

Por peso	
%	mm
CC	270.135
PMP	161.36325
(CC-PMP)	108.77175

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	7.00	4.00	19.00	60.00	208.00	402.00	310.00	329.00	379.00	234.00	40.00	10.00	2002.00
Ret [mm]	5.00	4.00	5.00	12.00	41.60	80.40	62.00	65.80	75.80	46.80	8.00	5.00	411.40
Pi (mm)	2.00	0.00	14.00	48.00	166.40	321.60	248.00	263.20	303.20	187.20	32.00	5.00	1590.60
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	94.01	96.17	122.45	129.87	134.22	130.26	134.44	131.32	118.89	111.16	93.85	89.51	1386.15
HSi (mm)	201.90	183.02	172.34	172.28	185.11	249.89	270.14	270.14	270.14	270.14	270.14	234.97	2750.18
C1	0.39	0.20	0.23	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.72	9.08
C2	0.05	0.02	0.00	0.00	0.51	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.43	0.13	6.15
HD (mm)	42.54	21.66	24.98	58.92	190.14	410.13	356.77	371.97	411.97	295.97	140.77	78.61	2404.43
ETR (mm)	20.88	10.68	14.06	35.17	101.61	130.26	134.44	131.32	118.89	111.16	67.17	38.07	913.72
HSf (mm)	183.02	172.34	172.28	185.11	249.89	270.14	270.14	270.14	270.14	270.14	234.97	201.90	2750.18
DCC (mm)	87.11	97.80	97.85	85.03	20.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.17	68.24	491.44
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	171.10	113.56	131.88	184.31	76.04	0.00	0.00	676.88
NR (mm)	160.24	183.28	206.25	179.73	52.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.85	119.68	963.87

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	2102
---------------------	------

fc [mm/d]	770.23
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.2
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.91
PR (mm)	500
HSi (mm)	107.9715
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.2

	Por peso	
	%	mm
CC	23.73	107.9715
PMP	13.33	60.6515
(CC-PMP)	10.4	47.32

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	6.00	46.00	156.00	279.00	217.00	233.00	282.00	185.00	19.00	5.00	1431.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	9.20	31.20	55.80	43.40	46.60	56.40	37.00	5.00	5.00	297.60
Pi (mm)	0.00	0.00	1.00	36.80	124.80	223.20	173.60	186.40	225.60	148.00	14.00	0.00	1133.40
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	105.04	107.04	137.56	145.95	150.21	145.45	151.53	147.74	133.89	125.34	105.45	99.88	1555.08
HSi (mm)	60.65	60.65	60.65	60.65	60.65	107.97	107.97	107.97	107.97	107.97	107.97	69.25	1020.33
C1	0.00	0.00	0.02	0.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.18	7.98
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	0.00	0.00	1.00	36.80	124.80	270.52	220.92	233.72	272.92	195.32	61.32	8.59	1425.91
ETR (mm)	0.00	0.00	1.00	36.80	75.11	145.45	151.53	147.74	133.89	125.34	52.73	8.59	878.17
HSf (mm)	60.65	60.65	60.65	60.65	107.97	107.97	107.97	107.97	107.97	107.97	69.25	60.65	1020.33
DCC (mm)	47.32	47.32	47.32	47.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.73	47.32	275.33
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	77.75	22.07	38.66	91.71	22.66	0.00	0.00	255.23
NR (mm)	152.36	154.36	183.88	156.47	75.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.45	138.61	952.23

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	3101
---------------------	------

fc [mm/d]	1647.16
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.2
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.93
PR (mm)	750
HSi (mm)	164.12175
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	164.12175
PMP	154.008
(CC-PMP)	10.11375

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	7.00	48.00	153.00	276.00	206.00	221.00	275.00	178.00	18.00	4.00	1389.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	5.76	18.36	33.12	24.72	26.52	33.00	21.36	5.00	4.00	179.84
Pi (mm)	0.00	0.00	2.00	42.24	134.64	242.88	181.28	194.48	242.00	156.64	13.00	0.00	1209.16
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	103.73	106.51	136.90	144.92	149.50	145.09	150.44	147.03	132.91	124.72	104.66	99.12	1545.54
HSi (mm)	154.01	154.01	154.01	154.01	154.01	164.12	164.12	164.12	164.12	164.12	164.12	154.01	1908.78
C1	0.00	0.00	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	8.20
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	0.00	0.00	2.00	42.24	134.64	252.99	191.39	204.59	252.11	166.75	23.11	0.00	1269.84
ETR (mm)	0.00	0.00	2.00	42.24	74.75	145.09	150.44	147.03	132.91	124.72	23.11	0.00	842.29
HSf (mm)	154.01	154.01	154.01	154.01	164.12	164.12	164.12	164.12	164.12	164.12	154.01	154.01	1908.78
DCC (mm)	10.11	10.11	10.11	10.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.11	10.11	60.68
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	49.78	97.79	30.84	47.45	109.09	31.92	0.00	0.00	366.87
NR (mm)	113.84	116.62	145.02	112.79	74.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.66	109.24	763.92

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	3102
---------------------	------

fc [mm/d]	1985.24
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.2
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.05
PR (mm)	750
HSi (mm)	232.54875
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	232.54875
PMP	110.25
(CC-PMP)	122.29875

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	4.00	3.00	15.00	61.00	182.00	356.00	266.00	278.00	350.00	212.00	41.00	10.00	1778.00
Ret [mm]	4.00	3.00	5.00	7.32	21.84	42.72	31.92	33.36	42.00	25.44	5.00	5.00	226.60
Pi (mm)	0.00	0.00	10.00	53.68	160.16	313.28	234.08	244.64	308.00	186.56	36.00	5.00	1551.40
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	99.26	101.74	130.00	137.74	141.68	137.68	142.81	139.17	125.41	117.63	98.86	94.32	1466.30
HSi (mm)	157.52	134.73	122.83	120.83	138.32	200.68	232.55	232.55	232.55	232.55	232.55	195.10	2232.76
C1	0.39	0.20	0.18	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	9.03
C2	0.07	0.03	0.00	0.00	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.49	0.17	6.14
HD (mm)	47.27	24.48	22.58	64.26	188.23	403.71	356.38	366.94	430.30	308.86	158.30	89.85	2461.16
ETR (mm)	22.80	11.89	12.00	36.19	97.81	137.68	142.81	139.17	125.41	117.63	73.45	42.57	959.41
HSf (mm)	134.73	122.83	120.83	138.32	200.68	232.55	232.55	232.55	232.55	232.55	195.10	157.52	2232.76
DCC (mm)	97.82	109.71	111.72	94.22	31.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.45	75.02	557.83
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	143.73	91.27	105.47	182.59	68.93	0.00	0.00	591.99
NR (mm)	174.29	199.56	229.72	195.78	75.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.86	126.77	1064.72

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	3202
---------------------	------

fc [mm/d]	1647.16
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.2
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.97
PR (mm)	500
HSi (mm)	118.9705
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	118.9705
PMP	76.63
(CC-PMP)	42.3405

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	3.00	1.00	9.00	58.00	166.00	303.00	230.00	244.00	307.00	190.00	26.00	7.00	1544.00
Ret [mm]	3.00	1.00	5.00	6.96	19.92	36.36	27.60	29.28	36.84	22.80	5.00	5.00	198.76
Pi (mm)	0.00	0.00	4.00	51.04	146.08	266.64	202.40	214.72	270.16	167.20	21.00	2.00	1345.24
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	102.42	104.65	134.60	142.87	146.66	142.62	147.90	144.17	130.63	122.26	102.55	97.35	1518.67
HSi (mm)	76.63	76.63	76.63	76.63	76.63	118.97	118.97	118.97	118.97	118.97	118.97	88.70	1185.67
C1	0.00	0.00	0.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	8.43
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	0.00	0.00	4.00	51.04	146.08	308.98	244.74	257.06	312.50	209.54	63.34	14.07	1611.35
ETR (mm)	0.00	0.00	4.00	51.04	73.33	142.62	147.90	144.17	130.63	122.26	51.27	14.07	881.28
HSf (mm)	76.63	76.63	76.63	76.63	118.97	118.97	118.97	118.97	118.97	118.97	88.70	76.63	1185.67
DCC (mm)	42.34	42.34	42.34	42.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.27	42.34	241.98
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	30.41	124.02	54.50	70.55	139.53	44.94	0.00	0.00	463.96
NR (mm)	144.76	146.99	172.94	134.17	73.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.55	125.63	879.37

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	3203
---------------------	------

fc [mm/d]	772.57
Kp [0.01%]	0.1
Kv [0.01%]	0.2
Kfc [0.01%]	0.93
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.05
PR (mm)	500
HSi (mm)	139.65
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	139.65
PMP	71.7675
(CC-PMP)	67.8825

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	3.00	1.00	9.00	56.00	165.00	297.00	225.00	241.00	301.00	188.00	23.00	6.00	1515.00
Ret [mm]	3.00	1.00	5.00	6.72	19.80	35.64	27.00	28.92	36.12	22.56	5.00	5.00	195.76
Pi (mm)	0.00	0.00	4.00	49.28	145.20	261.36	198.00	212.08	264.88	165.44	18.00	1.00	1319.24
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	103.20	105.45	135.59	143.55	147.72	142.97	148.62	144.89	131.60	123.18	103.08	98.37	1528.23
HSi (mm)	81.50	74.10	72.29	71.77	71.77	139.65	139.65	139.65	139.65	139.65	139.65	106.11	1315.45
C1	0.14	0.03	0.07	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	8.49
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	9.74	2.34	4.52	49.29	145.20	329.24	265.88	279.96	332.76	233.32	85.88	35.34	1773.48
ETR (mm)	7.40	1.81	4.52	49.29	73.86	142.97	148.62	144.89	131.60	123.18	51.54	25.61	905.29
HSf (mm)	74.10	72.29	71.77	71.77	139.65	139.65	139.65	139.65	139.65	139.65	106.11	81.50	1315.45
DCC (mm)	65.55	67.36	67.88	67.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.54	58.15	360.35
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	3.46	118.39	49.38	67.19	133.28	42.26	0.00	0.00	413.95
NR (mm)	161.35	171.00	198.95	162.15	73.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.08	130.90	983.29

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	3301
---------------------	------

fc [mm/d]	798.44
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.2
Kfc [0.01%]	0.94
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.08
PR (mm)	800
HSi (mm)	166.4928
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	19.27
PMP	166.4928
(CC-PMP)	10.73
	92.7072
	8.54
	73.7856

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	3.00	1.00	9.00	54.00	163.00	299.00	229.00	245.00	299.00	187.00	24.00	6.00	1519.00
Ret [mm]	3.00	1.00	5.00	6.48	19.56	35.88	27.48	29.40	35.88	22.44	5.00	5.00	196.12
Pi (mm)	0.00	0.00	4.00	47.52	143.44	263.12	201.52	215.60	263.12	164.56	19.00	1.00	1322.88
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	102.68	105.18	134.93	142.53	147.37	142.97	148.26	144.17	130.63	122.56	102.55	97.86	1521.69
HSi (mm)	107.03	97.06	93.96	93.16	94.35	164.10	166.49	166.49	166.49	166.49	166.49	134.22	1616.34
C1	0.19	0.06	0.07	0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	8.55
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	14.32	4.36	5.25	47.97	145.08	334.52	275.31	289.39	336.91	238.35	92.79	42.51	1826.73
ETR (mm)	9.96	3.11	4.80	46.33	73.68	142.97	148.26	144.17	130.63	122.56	51.27	28.19	905.95
HSf (mm)	97.06	93.96	93.16	94.35	164.10	166.49	166.49	166.49	166.49	166.49	134.22	107.03	1616.34
DCC (mm)	69.43	72.53	73.34	72.15	2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.27	59.47	381.57
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.76	53.26	71.43	132.49	42.00	0.00	0.00	416.93
NR (mm)	162.14	174.61	203.46	168.34	76.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.55	129.13	997.32

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	3302
---------------------	------

fc [mm/d]	1372.84
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.2
Kfc [0.01%]	0.99
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.09
PR (mm)	800
HSi (mm)	175.5336
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	175.5336
PMP	127.312
(CC-PMP)	48.2216

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	8.00	46.00	156.00	287.00	221.00	240.00	281.00	184.00	20.00	4.00	1450.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	5.52	18.72	34.44	26.52	28.80	33.72	22.08	5.00	4.00	186.80
Pi (mm)	0.00	0.00	3.00	40.48	137.28	252.56	194.48	211.20	247.28	161.92	15.00	0.00	1263.20
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	103.73	106.24	136.57	144.24	149.14	144.39	149.72	145.60	132.26	124.41	104.13	98.87	1539.30
HSi (mm)	127.31	127.31	127.31	127.31	127.31	175.53	175.53	175.53	175.53	175.53	175.53	138.47	1828.23
C1	0.00	0.00	0.06	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.23	8.13
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	0.00	0.00	3.00	40.48	137.28	300.78	242.70	259.42	295.50	210.14	63.22	11.16	1563.68
ETR (mm)	0.00	0.00	3.00	40.48	74.57	144.39	149.72	145.60	132.26	124.41	52.07	11.16	877.64
HSf (mm)	127.31	127.31	127.31	127.31	175.53	175.53	175.53	175.53	175.53	175.53	138.47	127.31	1828.23
DCC (mm)	48.22	48.22	48.22	48.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.07	48.22	278.17
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	14.49	108.17	44.76	65.60	115.02	37.51	0.00	0.00	385.56
NR (mm)	151.95	154.47	181.79	151.98	74.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.13	135.94	939.83

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	4101
---------------------	------

fc [mm/d]	4850.67
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.18
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.14
PR (mm)	750
HSi (mm)	220.8465
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	220.8465
PMP	87.8085
(CC-PMP)	133.038

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	3.00	28.00	146.00	271.00	242.00	232.00	268.00	186.00	17.00	2.00	1397.00
Ret [mm]	1.00	1.00	3.00	5.00	17.52	32.52	29.04	27.84	32.16	22.32	5.00	2.00	178.40
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	23.00	128.48	238.48	212.96	204.16	235.84	163.68	12.00	0.00	1218.60
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	108.20	111.02	141.50	150.05	154.47	149.33	154.81	151.67	136.17	128.73	108.88	103.93	1598.75
HSi (mm)	127.52	108.36	98.36	92.75	99.99	151.24	220.85	220.85	220.85	220.85	220.85	163.61	1946.07
C1	0.30	0.15	0.08	0.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	8.31
C2	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.27	0.12	5.48
HD (mm)	39.72	20.55	10.56	27.94	140.66	301.91	346.00	337.20	368.88	296.72	145.04	75.80	2110.97
ETR (mm)	19.17	9.99	5.61	15.76	77.24	149.33	154.81	151.67	136.17	128.73	69.24	36.09	953.79
HSf (mm)	108.36	98.36	92.75	99.99	151.24	220.85	220.85	220.85	220.85	220.85	163.61	127.52	1946.07
DCC (mm)	112.49	122.48	128.10	120.85	69.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.24	93.32	704.09
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.54	58.15	52.49	99.67	34.95	0.00	0.00	264.81
NR (mm)	201.52	223.50	263.98	255.15	146.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.88	161.17	1349.05

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	4103
---------------------	------

fc [mm/d]	1829.97
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.18
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.25
PR (mm)	750
HSi (mm)	163.78125
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	17.47
PMP	72.46875
(CC-PMP)	91.3125

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	4.00	29.00	147.00	271.00	236.00	235.00	268.00	191.00	16.00	2.00	1401.00
Ret [mm]	1.00	1.00	4.00	5.00	17.64	32.52	28.32	28.20	32.16	22.92	5.00	2.00	179.76
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	24.00	129.36	238.48	207.68	206.80	235.84	168.08	11.00	0.00	1221.24
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	107.41	109.69	140.84	149.02	153.41	148.63	153.71	150.60	135.52	127.80	107.83	102.67	1587.12
HSi (mm)	93.66	81.20	75.95	73.27	77.03	129.69	163.78	163.78	163.78	163.78	163.78	120.87	1470.57
C1	0.23	0.10	0.04	0.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	8.17
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	21.19	8.73	3.49	24.80	133.92	295.70	298.99	298.11	327.15	259.39	102.31	48.40	1822.18
ETR (mm)	12.46	5.24	2.69	20.23	76.70	148.63	153.71	150.60	135.52	127.80	53.91	27.21	914.71
HSf (mm)	81.20	75.95	73.27	77.03	129.69	163.78	163.78	163.78	163.78	163.78	120.87	93.66	1470.57
DCC (mm)	82.58	87.83	90.52	86.75	34.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.91	70.12	494.81
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.76	53.97	56.20	100.32	40.28	0.00	0.00	306.53
NR (mm)	177.53	192.27	228.67	215.54	110.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.83	145.58	1167.22

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	4202
---------------------	------

fc [mm/d]	324.76
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.18
Kfc [0.01%]	0.77
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.05
PR (mm)	500
HSi (mm)	110.6175
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	110.6175
PMP	59.1675
(CC-PMP)	51.45

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	5.00	34.00	151.00	279.00	232.00	247.00	274.00	194.00	17.00	2.00	1437.00
Ret [mm]	1.00	1.00	5.00	5.00	18.12	33.48	27.84	29.64	32.88	23.28	5.00	2.00	184.24
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	29.00	132.88	245.52	204.16	217.36	241.12	170.72	12.00	0.00	1252.76
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	106.36	108.89	139.20	147.66	152.34	147.21	152.62	149.17	134.54	126.88	107.03	101.40	1573.31
HSi (mm)	59.31	59.17	59.17	59.17	59.17	110.62	110.62	110.62	110.62	110.62	110.62	69.10	1028.79
C1	0.00	0.00	0.00	0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.19	7.76
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	0.14	0.00	0.00	29.00	132.88	296.97	255.61	268.81	292.57	222.17	63.45	9.93	1571.54
ETR (mm)	0.14	0.00	0.00	29.00	76.17	147.21	152.62	149.17	134.54	126.88	53.52	9.79	879.04
HSf (mm)	59.17	59.17	59.17	59.17	110.62	110.62	110.62	110.62	110.62	110.62	69.10	59.31	1028.79
DCC (mm)	51.45	51.45	51.45	51.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.52	51.31	298.62
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26	98.31	51.54	68.19	106.58	43.84	0.00	0.00	373.72
NR (mm)	157.66	160.34	190.65	170.11	76.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.03	142.92	992.89

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	4203
---------------------	------

fc [mm/d]	1929.92
Kp [0.01%]	0.3
Kv [0.01%]	0.18
Kfc [0.01%]	1.00
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.99
PR (mm)	500
HSi (mm)	122.4135
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	122.4135
PMP	73.26
(CC-PMP)	49.1535

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	4.00	30.00	150.00	279.00	238.00	246.00	272.00	198.00	16.00	2.00	1437.00
Ret [mm]	1.00	1.00	4.00	5.00	18.00	33.48	28.56	29.52	32.64	23.76	5.00	2.00	183.96
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	25.00	132.00	245.52	209.44	216.48	239.36	174.24	11.00	0.00	1253.04
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	107.93	112.87	142.16	146.97	148.08	148.63	152.26	147.38	134.54	125.34	106.24	101.40	1573.80
HSi (mm)	73.26	73.26	73.26	73.26	73.26	122.41	122.41	122.41	122.41	122.41	122.41	80.29	1181.07
C1	0.00	0.00	0.00	0.51	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.14	7.65
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	0.00	0.00	0.00	25.00	132.00	294.67	258.59	265.63	288.51	223.39	60.15	7.03	1554.99
ETR (mm)	0.00	0.00	0.00	25.00	74.04	148.63	152.26	147.38	134.54	125.34	53.12	7.03	867.34
HSf (mm)	73.26	73.26	73.26	73.26	122.41	122.41	122.41	122.41	122.41	122.41	80.29	73.26	1181.07
DCC (mm)	49.15	49.15	49.15	49.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.12	49.15	287.89
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	8.81	96.89	57.18	69.10	104.82	48.90	0.00	0.00	385.70
NR (mm)	157.09	162.02	191.31	171.13	74.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	95.24	143.52	994.35

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	4302
---------------------	------

fc [mm/d]	1224
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.18
Kfc [0.01%]	0.99
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.02
PR (mm)	800
HSi (mm)	247.0032
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

	Por peso	
	%	mm
CC	30.27	247.0032
PMP	18.8	153.408
(CC-PMP)	11.47	93.5952

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	3.00	23.00	149.00	276.00	252.00	239.00	273.00	205.00	15.00	1.00	1438.00
Ret [mm]	1.00	1.00	3.00	5.00	17.88	33.12	30.24	28.68	32.76	24.60	5.00	1.00	183.28
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	18.00	131.12	242.88	221.76	210.32	240.24	180.40	10.00	0.00	1254.72
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	107.41	109.69	140.51	148.68	153.41	147.92	153.71	149.88	134.86	127.49	107.83	102.67	1584.07
HSi (mm)	175.84	162.97	157.37	154.40	157.31	211.73	247.00	247.00	247.00	247.00	247.00	203.09	2457.72
C1	0.24	0.10	0.04	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	8.12
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	22.43	9.56	3.96	18.99	135.03	301.20	315.36	303.92	333.84	274.00	103.60	49.68	1871.55
ETR (mm)	12.87	5.60	2.97	15.08	76.70	147.92	153.71	149.88	134.86	127.49	53.91	27.25	908.27
HSf (mm)	162.97	157.37	154.40	157.31	211.73	247.00	247.00	247.00	247.00	247.00	203.09	175.84	2457.72
DCC (mm)	84.03	89.64	92.61	89.69	35.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.91	71.16	506.32
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	59.69	68.05	60.44	105.38	52.91	0.00	0.00	346.45
NR (mm)	178.57	193.72	230.15	223.29	111.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.83	146.58	1182.12

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	4303
---------------------	------

fc [mm/d]	190.13
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.18
Kfc [0.01%]	0.65
I [0.01%]	0.89
DS (g/cm ³)	0.88
PR (mm)	800
HSi (mm)	208.8768
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	208.8768
PMP	149.248
(CC-PMP)	59.6288

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	3.00	25.00	149.00	276.00	252.00	239.00	273.00	198.00	16.00	2.00	1435.00
Ret [mm]	1.00	1.00	3.00	5.00	17.88	33.12	30.24	28.68	32.76	23.76	5.00	2.00	183.44
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	17.78	116.55	215.89	197.11	186.94	213.54	154.87	9.78	0.00	1112.46
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	2.22	14.57	26.99	24.65	23.38	26.70	19.37	1.22	0.00	139.10
ETP (mm)	107.41	109.69	140.51	148.68	146.30	147.92	153.71	149.88	134.86	127.49	107.83	102.67	1576.96
HSi (mm)	151.40	149.46	149.27	149.25	149.25	192.64	208.88	208.88	208.88	208.88	208.88	164.74	2150.40
C1	0.04	0.00	0.00	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.26	7.60
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	2.16	0.21	0.02	17.78	116.55	259.28	256.74	246.57	273.17	214.50	69.41	15.49	1471.88
ETR (mm)	1.94	0.20	0.02	17.78	73.15	147.92	153.71	149.88	134.86	127.49	53.91	13.34	874.21
HSf (mm)	149.46	149.27	149.25	149.25	192.64	208.88	208.88	208.88	208.88	208.88	164.74	151.40	2150.40
DCC (mm)	59.41	59.61	59.63	59.63	16.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.14	57.47	356.13
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.73	43.40	37.06	78.68	27.38	0.00	0.00	238.25
NR (mm)	164.88	169.10	200.13	190.53	89.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.05	146.80	1058.88

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	5101
---------------------	------

fc [mm/d]	744.13
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.21
Kfc [0.01%]	0.93
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.3
PR (mm)	750
HSi (mm)	130.65
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	13.4
PMP	6.6
(CC-PMP)	6.8

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	7.00	48.00	153.00	276.00	206.00	221.00	275.00	178.00	18.00	4.00	1389.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	5.76	18.36	33.12	24.72	26.52	33.00	21.36	5.00	4.00	179.84
Pi (mm)	0.00	0.00	2.00	42.24	134.64	242.88	181.28	194.48	242.00	156.64	13.00	0.00	1209.16
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	103.73	106.51	136.90	144.92	149.50	145.09	150.44	147.03	132.91	124.72	104.66	99.12	1545.54
HSi (mm)	71.16	65.83	64.64	64.35	64.35	124.24	130.65	130.65	130.65	130.65	130.65	91.32	1199.14
C1	0.10	0.02	0.03	0.64	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.41	8.20
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	6.81	1.48	2.29	42.24	134.64	302.77	247.58	260.78	308.30	222.94	79.30	26.97	1636.10
ETR (mm)	5.33	1.19	2.29	42.24	74.75	145.09	150.44	147.03	132.91	124.72	52.33	20.16	898.48
HSf (mm)	65.83	64.64	64.35	64.35	124.24	130.65	130.65	130.65	130.65	130.65	91.32	71.16	1199.14
DCC (mm)	64.82	66.01	66.30	66.30	6.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.33	59.49	368.66
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.38	30.84	47.45	109.09	31.92	0.00	0.00	310.68
NR (mm)	163.22	171.33	200.91	168.98	81.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.66	138.45	1015.71

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	5102
---------------------	------

fc [mm/d]	492.77
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.21
Kfc [0.01%]	0.86
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.66
PR (mm)	750
HSi (mm)	297.3465
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	297.3465
PMP	119.6415
(CC-PMP)	177.705

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	1.00	1.00	3.00	26.00	144.00	268.00	233.00	229.00	265.00	191.00	15.00	2.00	1378.00
Ret [mm]	1.00	1.00	3.00	5.00	17.28	32.16	27.96	27.48	31.80	22.92	5.00	2.00	176.60
Pi (mm)	0.00	0.00	0.00	21.00	126.72	235.84	205.04	201.52	233.20	168.08	10.00	0.00	1201.40
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	107.41	109.42	140.51	148.34	153.05	147.92	153.71	150.24	135.52	127.80	107.56	102.41	1583.91
HSi (mm)	184.32	157.04	141.10	130.84	136.18	192.65	287.55	297.35	297.35	297.35	297.35	229.31	2648.39
C1	0.36	0.21	0.12	0.18	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.62	8.30
C2	0.14	0.08	0.03	0.03	0.11	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	0.45	0.26	6.01
HD (mm)	64.68	37.40	21.46	32.20	143.26	308.85	372.95	379.23	410.91	345.79	187.71	109.67	2414.09
ETR (mm)	27.28	15.94	10.26	15.66	70.25	140.94	153.71	150.24	135.52	127.80	78.04	44.99	970.63
HSf (mm)	157.04	141.10	130.84	136.18	192.65	287.55	297.35	297.35	297.35	297.35	229.31	184.32	2648.39
DCC (mm)	140.31	156.24	166.50	161.17	104.70	9.79	0.00	0.00	0.00	0.00	68.04	113.03	919.77
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.53	51.28	97.68	40.28	0.00	0.00	230.77
NR (mm)	220.44	249.73	296.76	293.84	187.50	16.78	0.00	0.00	0.00	0.00	97.56	170.45	1533.05

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	5203
---------------------	------

fc [mm/d]	655.85
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.21
Kfc [0.01%]	0.91
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	0.98
PR (mm)	500
HSi (mm)	122.5
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	25
PMP	14.27
(CC-PMP)	10.73
	122.5
	69.923
	52.577

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	6.00	40.00	152.00	276.00	219.00	235.00	275.00	186.00	17.00	4.00	1413.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	5.00	18.24	33.12	26.28	28.20	33.00	22.32	5.00	4.00	183.16
Pi (mm)	0.00	0.00	1.00	35.00	133.76	242.88	192.72	206.80	242.00	163.68	12.00	0.00	1229.84
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	105.83	108.10	138.54	146.97	151.28	146.51	152.26	148.46	133.89	126.26	105.98	100.64	1564.71
HSi (mm)	70.42	69.92	69.92	69.92	69.92	122.50	122.50	122.50	122.50	122.50	122.50	81.51	1166.62
C1	0.01	0.00	0.02	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.22	7.91
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	0.50	0.00	1.00	35.00	133.76	295.46	245.30	259.38	294.58	216.26	64.58	11.59	1557.39
ETR (mm)	0.50	0.00	1.00	35.00	75.64	146.51	152.26	148.46	133.89	126.26	52.99	11.09	883.58
HSf (mm)	69.92	69.92	69.92	69.92	122.50	122.50	122.50	122.50	122.50	122.50	81.51	70.42	1166.62
DCC (mm)	52.58	52.58	52.58	52.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.99	52.08	303.38
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	5.54	96.37	40.46	58.34	108.11	37.42	0.00	0.00	346.26
NR (mm)	157.91	160.68	190.12	164.55	75.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.98	141.63	984.51

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia

BALANCE HIDRICO DE SUELOS

Schosinsky

UNIDAD DE MAPEO No.	5302
---------------------	------

fc [mm/d]	655.85
Kp [0.01%]	0.06
Kv [0.01%]	0.21
Kfc [0.01%]	0.91
I [0.01%]	1.00
DS (g/cm ³)	1.11
PR (mm)	800
HSi (mm)	182.928
No de mes con que inicia Hsi	11
Lluvia retenida [0.01%]	0.12

Por peso	
%	mm
CC	182.928
PMP	113.0424
(CC-PMP)	69.8856

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	2.00	1.00	8.00	46.00	156.00	287.00	221.00	240.00	281.00	184.00	20.00	4.00	1450.00
Ret [mm]	2.00	1.00	5.00	5.52	18.72	34.44	26.52	28.80	33.72	22.08	5.00	4.00	186.80
Pi (mm)	0.00	0.00	3.00	40.48	137.28	252.56	194.48	211.20	247.28	161.92	15.00	0.00	1263.20
ESC (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (mm)	103.73	106.24	136.57	144.24	149.14	144.39	149.72	145.60	132.26	124.41	104.13	98.87	1539.30
HSi (mm)	122.65	115.52	113.64	113.12	113.04	175.75	182.93	182.93	182.93	182.93	182.93	145.86	1814.22
C1	0.14	0.04	0.05	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.47	8.27
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	5.00
HD (mm)	9.60	2.48	3.59	40.56	137.28	315.27	264.37	281.09	317.17	231.81	84.89	32.82	1720.91
ETR (mm)	7.13	1.88	3.51	40.56	74.57	144.39	149.72	145.60	132.26	124.41	52.07	23.22	899.31
HSf (mm)	115.52	113.64	113.12	113.04	175.75	182.93	182.93	182.93	182.93	182.93	145.86	122.65	1814.22
DCC (mm)	67.41	69.29	69.80	69.89	7.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.07	60.28	380.92
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101.00	44.76	65.60	115.02	37.51	0.00	0.00	363.89
NR (mm)	164.01	173.65	202.86	173.56	81.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.13	135.94	1020.91

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

I: Infiltración.

CC: Capacidad de Campo.

PM: Punto de Marchitez.

PR: Profundidad de Raíces.

(CC-PM): Rango de Agua Disponible.

DS: Densidad de Suelo.

C1: Factor de ETP, por cierre de estomas, antes que ocurra ETR

C2: Factor de ETP, por cierre de estomas, después que ocurre ETR

Kp: Factor por pendiente

Kv: Factor por vegetación

Kfc: Factor estimado con base a la prueba de infiltración

P: Precipitación Media Mensual.

Pi: Precipitación que infiltra.

ESC: Escorrentía Superficial

ETP: Evapotranspiración Potencial.

ETR: Evapotranspiración Real.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

NR: Necesidad de Riego.

Ret: Retención de Lluvia