



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“DETERMINACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA DEL RÍO SICALPA, PARA
LA DEFINICIÓN DE POLÍTICAS DEL USO OPTIMO DEL AGUA EN EL
CANTÓN COLTA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”**

EDWIN ROLANDO TIERRA VIZUETA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERO FORESTAL**

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado **“DETERMINACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA DEL RÍO SICALPA, PARA LA DEFINICIÓN DE POLÍTICAS DEL USO OPTIMO DEL AGUA EN EL CANTÓN COLTA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”**, De responsabilidad del Sr. Edwin Rolando Tierra Vizueta, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

ING. JUAN LEÓN RUIZ.

DIRECTOR

FECHA

FIRMA

ING. PAULINA DÍAZ.

MIEMBRO

FECHA

FIRMA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi Padre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar los problemas que ha suscitado en el convivir diario de nuestras vidas. A mi bella madre, sus brazos se abrían cuando quería un abrazo, su corazón comprendía cuando necesitaba una amiga, sus ojos tiernos se endurecían cuando me hacía falta una lección. Tu fuerza y tu amor me guiaron y me dieron alas para volar y llegar hacer lo que tú más anhelas. A mi esposa bella Alexandra quien entro en mi vida y me dio fuerzas de no quedar en medio camino y por darme una nenita tan hermosa que con su miradita tan tierna me decía papi culmina tus estudios dale no te rindas.

A todos mis hermanos, Mario, Margot, Fabián y Galito por ser las personas que siempre han querido lo mejor de su último hermano.

Rolando Tierra Vizueta.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por acompañarme todos los días. A mi Mami Leonor quien más que una buena madre ha sido mi mejor amiga, me ha consentido y apoyado en lo que me he propuesto y sobre todo ha sabido corregir mis errores. A mi Papi Benito por ser el hombre más ejemplar de este mundo, el que siempre ve por mí y lo da todo por nosotros, A mi esposa por ser la persona quien entro en mi vida y darme ese apoyo de salir adelante y no rendirme.

Agradezco también a mis hermanos, Mario, Margot, Fabián y Galito como también a mis sobrinos por ser las personas que han estado en lo bueno y en lo malo de mi vida, y como no agradecer a mí cuñado Byron y a mí cuñada Mónica, ya que ellos me brindaron todo esa confianza y ese amor que tenemos.

Agradezco a mi director de tesis, Ingeniero Juan León Ruiz por ser un profesional tan eficiente y comprensible ya que gracias a sus explicaciones he logrado realizar mi proyecto tesis.

Agradezco a mi miembro de tesis, Ingeniera Paulina Díaz, por ser una persona apoyadora y guiadora en mi proyecto de tesis.

Agradezco al Ingeniero Hugo Rodríguez por ser, la persona quien me ha guiado y se ha preocupado durante mis años de estudio.

También a todos los profesionales de la Facultad de Recursos Naturales y de la carrera de Ingeniería Forestal ya que por toda su transmisión de sus capacidades hacen, que salgamos profesionales competitivos en la vida diaria.

Agradezco a Hermel Tayupanda Alcalde del Cantón Colta, por darme esa confianza como un profesional para así poder apoyarle en el desarrollo del bello Cantón Colta.

TABLA DE CONTENIDOS

I. TITULO.....	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
A. JUSTIFICACIÓN.....	2
B. OBJETIVOS.....	3
1. Objetivo general.....	3
2. Objetivos específicos.....	3
C. HIPÓTESIS.....	3
1. Hipótesis Nula.....	3
2. Hipótesis Alternante.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
A. OFERTA HÍDRICA.....	4
B. OFERTA HÍDRICA EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	5
C. PRECIPITACIÓN.....	5
3. Concepto.....	5
4. Definición Operativa.....	6
5. Pluviómetro casero.....	8
4. Infiltración.....	11
6. Infiltración del agua en el suelo.....	12
5. Infiltración del agua en el suelo.....	12
6. Factores que afectan la infiltración.....	12
7. Proceso de infiltración.....	13
8. Infiltrómetro de doble anillo.....	15
9. Escorrentía superficial.....	15
a. Concepto.....	15
b. Definición Operativa.....	16
c. Escorrentía.....	16
d. Escorrentía superficial o caudal.....	17
e. Caudal efluente.....	17
f. Molinete.....	19
1) Aforo y Aforo de corrientes naturales.....	20
2) Métodos de aforo de corrientes naturales de agua más utilizados.....	20

3) Pluviómetro.....	22
4) Afluente.....	23
5) Caudal ecológico.....	24
6) Caudal ecológico.....	28
7) Volumen.....	31
8) Humedad del suelo.....	32
9) Permeabilidad del suelo.....	32
10) Temperatura del suelo y condiciones externas.....	32
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	33
1. Localización.....	33
2. Ubicación geográfica.....	33
3. Condiciones climatológicas.....	33
B. MATERIALES.....	34
1. Materiales de campo.....	34
C. METODOLOGÍA.....	34
1. Objetivo 1.....	34
2. Objetivo 2.....	39
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
A. SOCIALIZACIÓN.....	41
1. Medición de las longitudes del río Principal y los afluentes.....	42
2. Flora presente.....	43
3. Sitio de estudio.....	45
4. Determinación de caudal.....	46
5. Precipitación (pp).....	56
6. Variación del contenido de agua en el suelo.....	57
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES.....	41
VIII. ABSTRACTO.....	41
IX. SUMMARY.....	41
X. BIBLIOGRAFÍA.....	94
XI. ANEXOS.....	96

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1: Comunidades Beneficiarias	41
Cuadro N° 2: Longitud del río Sicalpa y sus afluentes	42
Cuadro N° 3: Flora presente en las localidades evaluadas.....	44
Cuadro N° 4: Caudales en el río Batan	46
Cuadro N° 5: Caudales en el río Culluctus	48
Cuadro N° 6: Caudales promedios en el río Rayo.	50
Cuadro N° 7: Caudales en el río Sicalpa Aguas Arriba.	52
Cuadro N° 8: Caudales en el río Sicalpa Aguas Abajo.....	53
Cuadro N° 9: Precipitación Acumulada Promedio Mensual del pluviómetro casero.	56
Cuadro N° 10. Escurrimiento en porcentaje de aportación para el río Batan.	78
Cuadro N° 11: Escurrimiento en porcentaje de aportación para el río Culluctus	80
Cuadro N° 12: Escurrimiento en porcentaje de aportación para el río Rayo.	81
Cuadro N° 13: Escurrimiento en porcentaje de aportación para el río Sicalpa.....	83
Cuadro N° 14: Caudales del río Sicalpa Aguas Abajo.....	85
Cuadro N° 15. T-SPRAY Boquilla 7 (Lima) R/M ½ ”	87
Cuadro N° 16: THE WOBBLER Boquilla 10 (Turquesa) R/M ¾	88
Cuadro N° 17: THE WOBBLER Boquilla 10 (Turquesa) R/M ¾ ”	88

LISTA DE GRÁFICOS.

Grafico 1. Comunidades Beneficiadas.....	41
Grafico 2. Longitud del río principal y sus afluentes	43
Grafico 3. Caudales del río Batan.	47
Grafico 4. Caudales en el río Culluctus	49
Grafico 5. Caudales en el río Rayo.	51
Grafico 6. Caudales en el río Sicalpa Aguas Arriba.	52
Grafico 7. Caudales en el río Sicalpa Aguas Abajo.....	54
Grafico 8. Caudal de uso.....	55
Grafico 9. Caudal Ecológico.....	55
Grafico 10. . Precipitación Acumulada Promedio Mensual del pluviómetro casero.....	57
Grafico 11. Lámina vs Tiempo	58
Grafico 12. Infiltración vs Tiempo	58
Grafico 13. Lámina vs Tiempo.	59
Grafico 14. Infiltración vs Tiempo.	59
Grafico 15. Lámina vs Tiempo	60
Grafico 16. Infiltración vs Tiempo	61
Grafico 17. Lámina Acumulada vs Tiempo.....	61
Grafico 18. Infiltración vs Tiempo	62
Grafico 19. Lámina vs Tiempo	63
Grafico 20. Infiltración vs Tiempo.	63
Grafico 21. Lámina vs Tiempo	64
Grafico 22. Infiltración vs Tiempo	65
Grafico 23. Lámina vs Tiempo	65
Grafico 24. Infiltración vs Tiempo	66
Grafico 25. Lámina vs Tiempo	66
Grafico 26. Infiltración vs Tiempo	67
Grafico 27. Lámina vs Tiempo	68
Grafico 28. Infiltración vs Tiempo	68
Grafico 29. Lámina vs Tiempo	69
Grafico 30. Infiltración vs Tiempo	69

Grafico 31. Lámina vs Tiempo	70
Grafico 32. Infiltración vs Tiempo	70
Grafico 33. Lámina vs Tiempo	71
Grafico 34. Infiltración vs Tiempo	71
Grafico 35. Lámina vs Tiempo	72
Grafico 36. Infiltración vs Tiempo	73
Grafico 37. Lámina vs Tiempo	74
Gráfico 38. Infiltración vs Tiempo	74
Grafico 39. Lámina vs Tiempo	75
Grafico 40. Infiltración vs Tiempo	76
Grafico 41. Lámina vs Tiempo	76
Grafico 42. Infiltración vs Tiempo	77
Grafico 43. Esguerrimiento del río Batan	79
Grafico 44. Esguerrimiento del río Culluctus	80
Grafico 45. Esguerrimiento en el río Rayo.	82
Grafico 46. Esguerrimiento en el río Sicalpa.....	84

LISTA DE ANEXOS

SOCIALIZACIÓN.....	96
FOTO 1. Conversatorio con los dirigentes de las comunidades.....	96
FOTO 2. Salida de campo.....	96
FOTO 3. Recorrido del Río Principal.....	96
FOTO 4. Recorrido de los Afluentes.....	97
FOTO 5. Sitio de verificación para aforamiento de caudal con el director de tesis Ing. Juan León Ruíz.....	97
FOTO 6. Definición del sitio.....	98
FOTO 7. Sitio de medición para realizar los aforamiento.....	98
FOTO 8. Medición del ancho del hecho del río Sicalpa.....	99
FOTO 9. Pluviómetro 1.....	99
FOTO 10. Instalación del Pluviómetro casero 2.....	100
FOTO 11. Aforamiento de los ríos con el Mollinette.....	100
FOTO 12. Toma de datos.....	101
FOTO 13. Verificación de la toma de Datos.....	101
FOTO 14. Medición de caudales con los estudiantes de la escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.....	102
FOTO 15. Toma de datos del caudal del río Sicalpa.....	102
FOTO 16. Escurrimiento a suelo desnudo.....	103
FOTO 17. Escurrimiento a suelo Cubierto.....	103
FOTO 18. Medición del agua escurrida.....	103
FOTO 19. Infiltracion a suelo cubierto.....	104
FOTO 20. Infiltración a suelo desnudo.....	104
MAPAS TEMÁTICOS.....	105
MAPA 2. ÁREA DE LA MICROCUENCA.....	105
MAPA 3. ÁREA DE AFLUENTES.....	106
MAPA 5. USO DEL SUELO.....	108
MAPA 6. SITIO DE ESCURRIMIENTO, INFILTRACIÓN Y PRECIPITACIONES	110

HOJA DE CAMPO PARA RECOPIACIÓN DE DATOS DE CAUDALES Y SUPERFICIES HOJA DE CÁLCULO PARA LA PRUEBA DE ESCURRIMIENTO.	111
HOJA DE CAMPO PARA LA RECOPIACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES DE LOS PLUVIOMETROS CASEROS	115
HOJA DE CAUDAL PARA LOS DIFERENTES AFLUENTES	116

I. DETERMINACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA DEL RÍO SICALPA, PARA LA DEFINICIÓN DE POLÍTICAS DEL USO ÓPTIMO DEL AGUA EN EL CANTÓN COLTA PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

II. INTRODUCCIÓN.

Al pasar del tiempo, la humanidad ha venido desmereciendo la importancia del recurso agua, siendo así; en todo el mundo se reconoce que es un bien fundamental para la vida y desarrollo. Ha cobrado tanta importancia este hecho que incluso el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en su informe dice: “que la escasez de agua no es un problema de la falta de la misma, sino de cómo está repartida”. El problema de escasez de este elemento en la naturaleza es un problema político.

Es la razón de que nuestro país es privilegiado en cuanto a la disponibilidad de agua. Sin embargo, hay problemas de escasez en algunas regiones.

El aprovechamiento del agua en el Ecuador se caracteriza por un continuo incremento en la utilización de los recursos hídricos, un uso irracional del agua, en las últimas décadas ha ocasionado serios conflictos entre los usuarios de este recurso.

La intervención de la actividad agropecuaria, sobrepastoreo, ejerce presiones sobre el ambiente; ocasionando el deterioro de los recursos naturales, especialmente de los hídricos y sus fuentes naturales.

Por medio de la oferta excesiva sin estudios, ha hecho que las demanda haya superado la capacidad del estado ecuatoriano en atenderla, frente a esta situación el conocimiento cuantitativo y cualitativo del recurso hídrico está basado en el desarrollo de las políticas de gestión del recurso agua del país.

Al desarrollar estudios prácticos, se dispone de una información confiable y de gran utilidad para el desarrollo de los diferentes planes estratégicos.

El estudio del recurso hídrico es muy importante, más aún por su directa influencia en el desarrollo socio-económico del país, permite tener datos reales de las entradas y salidas de agua, a la vez permite saber el porcentaje de la demanda que puede abastecer de acuerdo a la oferta hídrica que producen las micro cuencas, cuencas, entre otros.

A. JUSTIFICACIÓN.

La insuficiencia del recurso hídrico en la actualidad ha llevado a los usuarios y al propio estado a la búsqueda de fuentes alternativas del recurso, siendo así que se han avanzado importantes inversiones para mitigar la demanda, incrementando la oferta del agua mediante transvases procedentes de otras cuencas o ríos.

Esta problemática hace evidente la necesidad del uso óptimo, racional y sostenible del recurso hídrico enmarcado bajo la oferta del recurso agua.

La determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa, permitió conocer el volumen real de la oferta hídrica, frente al volumen hídrico que aprovechan en las diferentes actividades agropecuarias, forestales, así se puede definir políticas del uso óptimo del uso del agua, siendo esto un prerequisite básico para el desarrollo de la gestión integral del recurso hídrico.

Por todo lo anteriormente descrito, la presente investigación recomienda la utilización de la información obtenida de la oferta hídrica del río Sicalpa, como herramienta básica para evitar problemas en el desarrollo y ejecución de proyectos orientados a la gestión hídrica, así optimizar el aprovechamiento del recurso agua, incrementando la productividad agropecuaria, y forestal enmarcado en proyectos a futuro.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo general.

Determinar la oferta hídrica del río Sicalpa, para la definición de políticas del uso óptimo del agua en el Cantón Colta Provincia de Chimborazo.

2. Objetivos específicos.

- a. Determinar la oferta hídrica del río Sicalpa y sus afluentes desde el mes de julio a diciembre.
- b. Establecer el caudal ecológico en diferentes niveles y el caudal óptimo para satisfacer las necesidades en el vivero forestal del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Colta.

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis Nula.

La falta de información de la determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa, no permite la definición de políticas del uso óptimo de agua en el Cantón Colta Provincia de Chimborazo.

2. Hipótesis Alternante.

La falta de información de la determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa, permite la definición de políticas del uso óptimo de agua en el cantón Colta Provincia de Chimborazo.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

A. OFERTA HÍDRICA.

Para determinar la disponibilidad de agua se realizaran aforos, para estimar el caudal haciendo uso de métodos de medición de caudales. Tomando como variables de interés el área de la sección transversal del río que se mide y la velocidad que tiene en ese momento el cauce, se utiliza la formula siguiente:

www.en colombia.com medio ambiente.

$$Q=A*(V*(fc))$$

Dónde:

Q= Cantidad de agua disponible

A=Sección de perfil del río.

V= Velocidad media del agua

Fc= 0.66 factor de corrección para río o quebradas, en caso de uso del método del flotador.

Es así como para obtener la oferta hídrica neta se requiere además tener en cuenta al caudal necesario para mantener el régimen hidrológico mínimo y sostener a los ecosistemas, con las restricciones de la disponibilidad de agua para diferentes usos por las alteraciones de su calidad.

www.en colombia.com medio ambiente.

En cuanto al comportamiento de la oferta, se evalúa para condiciones hidrológicas de un año normal (medio), definido como aquél cuya esorrentía corresponde al valor medio multianual de series históricas de caudales representativos. El año seco se identificó como el de menor valor anual, tomando en ambos casos como base los caudales de las series representativas y su distribución mensual.

B. OFERTA HÍDRICA EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Para evaluar la oferta de cada uno de los sistemas hidrográficos de referencia, se considera las isolíneas de esorrentía del balance hídrico nacional. Se estima el volumen entre isolíneas contiguas de esorrentía, mostrándose la variación a lo largo de cada cuenca, así como el volumen total correspondiente.

www.en colombia.com medio ambiente.

Adicionalmente, para cada uno de estos sistemas se estimara los volúmenes disponibles, considerándose no sólo los generados en su propia área, sino los producidos y acumulados aguas arriba.

www.en colombia.com medio ambiente.

Para lograr en cada una de las cuencas una aproximación a la condición hidrológica más desfavorable, se selecciona el mes seco, definido como aquél con el menor valor promedio del año, tomando como base los datos característicos de las series de caudales históricos.

www.en colombia.com medio ambiente.

C. PRECIPITACIÓN

1. Concepto

Fenómeno meteorológico por el cual el vapor de agua se condensa y llega al suelo en forma de nieve, granizo, rocío y principalmente agua lluvia.

El agua es importante para la existencia de los seres vivos y para el ecosistema; el conocimiento de la distribución de la precipitación permite mejorar la planificación, contar con un calendario agrícola, conocer la disponibilidad de agua o escasez de agua en una localidad, etc. En los diferentes países, los principales factores que condicionan la precipitación son la presencia de la Cordillera de los Andes, el anticiclón del Pacífico

Sur, la corriente de Humboldt y las perturbaciones de la Circulación General de la Atmósfera. (García Lozano, 1997).

La precipitación ocurre cuando el vapor de agua se condensa en el aire y cae como líquido o sólido a la superficie del suelo. Todas las formas de precipitación se miden sobre la base de una columna vertical de agua que se acumularía sobre una superficie a nivel si la precipitación permanece en el lugar donde cae. (García Lozano, 1997).

2. Definición Operativa.

Cuantificación de la lluvia para un intervalo de tiempo específico: A continuación se describirán los tres métodos más usados de cálculo.

Fórmula N°1

Promedio Aritmético; El método aritmético da una buena estimación si los pluviómetros están uniformemente distribuidos en la cuenca, si el área de la cuenca es plana y la variación de las medidas entre los pluviómetros es pequeña o despreciable.

$$P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

Donde:

P = Precipitación media (mm)

n = Número de pluviómetros

P₁ = Precipitación registrada en el pluviómetro (mm)

Polígonos de Thiessen

Este método proporciona un promedio ponderado de los registros pluviómetros de las estaciones que tienen influencia sobre el área.

Para asignar el grado de influencia o ponderación en un mapa de la cuenca se unen los puntos de las estaciones mediante líneas rectas a las cuales se les traza las mediatrices formando polígonos.

Los lados de los polígonos conforman el límite de las áreas de influencia de cada estación.

Donde:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n (A_i P_i)}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$i=1 \quad i=1$$

P = Precipitación media (mm)

n = Número de pluviómetros

P_i = Precipitación registrada en el pluviómetro

A_i = Área de influencia correspondiente al pluviómetro i, resultante del

Del mismo modo (García Lozano, 1997), dice que el agua que cae en una zona determinada que se delimita como cuenca o subcuenca y puede ocurrir como lluvia, neblina, nieve, rocío, etc. La medición de la lluvia se realiza en las estaciones climáticas y es uno de los datos necesarios para la oferta que con mayor frecuencia se encuentran disponibles, si bien puede variar la periodicidad y confiabilidad de éstos dependiendo del método de medición y de la permanencia de las estaciones climáticas a través del tiempo.

Es cualquier tipo de agua que cae sobre la superficie de la Tierra. Las diferentes formas de precipitación incluyen llovizna, lluvia, nieve, granizo, y lluvia congelada. (Ávila y Parker. 2009)

Se entiende por precipitación todo aquello que cae del cielo a la superficie de la tierra, ya sea en forma de lluvia, granizo, agua nieve, nieve, etc. Este fenómeno se da por la condensación del vapor de agua con tal rapidez en la atmósfera, alcanzando tal peso que no puede seguir flotando como las nubes, la niebla o la neblina y se precipita de las diversas formas ya mencionadas. La precipitación horizontal, agua en forma de niebla

que condensa al entrar en contacto con la vegetación, adquiere importancia en aquellos lugares cubiertos con masas boscosas y con frecuencia de días con neblina; no obstante su importancia, el valor de esta precipitación no se cuantifica en las estaciones climáticas por lo que debe medirse en campo o estimarse mediante modelos que relacionen las variables que confluyen en la presencia de este fenómeno.

(García Lozano, 1997).

La fuente principal de las precipitaciones son las nubes, pero no se llegan a producir hasta que las diminutas partículas que las constituyen se aprisionan y consiguen un tamaño suficientemente grande como para vencer la fuerza ascendente de las corrientes atmosféricas. (Ávila y Parker, 2009).

La cantidad, frecuencia y distribución espacial y temporal de las precipitaciones es muy variable, razón por la cual ha sido objeto de intenso estudio por parte del hombre, en la determinación de los climas y el aprovechamiento de los recursos hídricos que ofrece la naturaleza.

La intensidad de las precipitaciones varía de un lugar a otro aunque no se encuentren a mucha distancia. A lo largo de un año también hay variaciones. Existen zonas en las que en un sólo día cae más lluvia que en otros a lo largo de todo el año. (Ávila y Parker, 2009).

Medición de la precipitación y sus unidades.

Se utiliza un instrumento llamado pluviómetro. Consta de tres secciones: una boca receptora, una sección de retención de precipitación, y dentro de ella una parte colectora para trasvasar a una probeta el agua recogida para su medición. (Ávila y Parker, 2009).

3. Pluviómetro casero

Para medir la cantidad de precipitación que ha caído en un determinado lugar se recurre a los pluviómetros, que no es más que una especie de cilindro en el cual se va acumulando el agua, y que posee una graduación que permite obtener directamente la cantidad de lluvia caída.

www.cosas practicas pluviómetro casero .com

La cantidad de agua caída se expresó en milímetros de altura. El diseño básico de un pluviómetro consiste en una abertura superior (de área conocida) de entrada de agua al recipiente, que luego es dirigida a través de un embudo hacia un colector donde se recoge y puede medirse visualmente con una regla graduada o mediante el peso del agua depositada. Un litro caído en un metro cuadrado alcanzaría una altura de 1 milímetro. Para la medida de nieve se considera que el espesor de nieve equivale aproximadamente a diez veces el equivalente de agua.

www.cosas practicas pluviómetro casero .com

Para que se hagan una idea, no es más que una probeta o un cilindro de plástico donde existe una escala marcada.

Las unidades que se utilizan para dar las cantidades de lluvia son los litros por metro cuadrado, o sea los litros que caerían sobre una superficie de 1 metro cuadrado o los milímetros. A fin de cuentas estamos hablando de lo mismo, ya que un litro por metro cuadrado equivale a un milímetro de lluvia. El porqué de la utilización de una medida de longitud para determinar la cantidad de lluvia está muy relacionado con la forma casera que les voy a contar para medir la lluvia.

Utilicen un recipiente totalmente circular y cuyas paredes sean rectas (o sea un envase perfectamente cilíndrico. Pónganlo en un lugar suficientemente despejado para que la lluvia caiga sobre él sin interferencias de paredes techos y demás, y por último, una vez deje de llover midan con una simple regla la altura que ha alcanzado el agua en el cilindro. A cada milímetro de altura corresponde 1 litro por metro cuadrado.

www.cosas practicas pluviómetro casero.com

a. Calibración del pluviómetro casero.

La probeta debe estar graduada teniendo en cuenta la relación que existe entre el diámetro de la boca del pluviómetro y el diámetro de la probeta. El pluviómetro debe estar instalado a una altura de 1.50 m y los edificios u otros obstáculos deben estar a por lo menos cuatro veces su altura de distancia. Si la precipitación cae en forma de nieve, debe ser derretida. También puede medirse la altura de la capa de nieve con una regla en centímetros www.web Unesco.

b. Cálculo del volumen de agua.

Para entender bien esta equivalencia tan sencilla hay que recurrir un poco a las matemáticas. Necesitamos saber los litros por metro cuadrado, o sea, el volumen de agua por superficie (aunque en castellano utilizamos mucho la palabra ‘por’ en estos casos realmente tendríamos que decir ‘entre’, ya que es una división). Para determinar el volumen utilizamos la fórmula del volumen de un cilindro, que es igual a $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ (volumen es igual a pi por radio cuadrado por altura).

Por otra parte, la superficie de un círculo (que es a fin de cuentas la superficie por la que nuestro cilindro recoge el agua), según nos dice la geometría, equivale a: $\pi \cdot r^2$ (o sea, el número pi por el radio del círculo al cuadrado). www.cosas practicas pluviómetro casero .com

Una vez determinados el volumen y la superficie sólo nos falta dividirlos: $\pi \cdot r^2 \cdot h / \pi \cdot r^2 = h$, o sea, a la altura.

Aquí tenemos la explicación: si utilizamos un recipiente cilíndrico, la altura que alcance el agua medida en milímetros equivaldrá directamente a los litros por metro cuadrado de lluvia que se hayan recogido, pura geometría. (www.cosas practicas pluviómetro casero.com)

4. Infiltración

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo. La tasa de infiltración, en la ciencia del suelo, es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación. Se mide en pulgadas por hora o milímetros por hora. Las disminuciones de tasa hacen que el suelo se sature. Si la tasa de precipitación excede la tasa de infiltración, se producirá escorrentía a menos que haya alguna barrera física. Está relacionada con la conductividad hidráulica saturada del suelo cercano a la superficie. La tasa de infiltración puede medirse usando un infiltrómetro. (García Lozano, 1997).

La infiltración está gobernada por dos fuerzas: la gravedad y la acción capilar. Los poros muy pequeños empujan el agua por la acción capilar además de contra la fuerza de la gravedad. La tasa de infiltración se ve afectada por características del suelo como la facilidad de entrada, la capacidad de almacenaje y la tasa de transmisión por el suelo. En el control de la tasa y capacidad infiltración desempeñan un papel la textura y estructura del suelo, los tipos de vegetación, el contenido de agua del suelo, la temperatura del suelo y la intensidad de precipitación. Por ejemplo, los suelos arenosos de grano grueso tienen espacios grandes entre cada grano y permiten que el agua se infiltre rápidamente (García Lozano, 1997).

La vegetación crea más suelos porosos, protegiendo el suelo del estancamiento de la precipitación, que puede cerrar los huecos naturales entre las partículas del suelo, y soltando el suelo a través de la acción de las raíces. A esto se debe que las áreas arboladas tengan las tasas de infiltración más altas de todos los tipos de vegetación.

La capa superior de hojas, que no está descompuesta, protege el suelo de la acción de la lluvia, y sin ella el suelo puede hacerse mucho menos permeable. En las áreas con vegetación de chaparral, los aceites hidrofóbicos de las hojas suculentas pueden extenderse sobre la superficie del suelo con el fuego, creando grandes áreas de suelo hidrofóbico. (García Lozano, 1997).

Otros eventos que pueden bajar las tasas de infiltración o bloquearla son los restos de plantas secas que son resistentes al remojo, o las heladas. Si el suelo está saturado en un período glacial intenso, puede convertirse en un cemento congelado en el cual no se produce casi ninguna infiltración. Sobre una línea divisoria de aguas probablemente habrá huecos en el cemento helado o el suelo hidrofóbico por donde el agua puede infiltrarse. Una vez que el agua se ha infiltrado en el suelo, permanece allí y se filtra al agua subterránea, o pasa a formar parte del proceso de escorrentía superficial.

5. Infiltración del agua en el suelo

La infiltración es la entrada de agua al suelo y el movimiento tiene componentes laterales y verticales. En riego por surcos, melgas y aspersión interesa medir la componente vertical, de tal manera que los movimientos laterales se desprecian.

Las maneras en las que se expresa la infiltración son las siguientes:

- Velocidad de infiltración (I). Es la relación que existe entre la lámina que se infiltra y el tiempo que tarda en hacerlo, en cm/h, mm/h, cm/min y en general [L/T].
- Velocidad de infiltración básica (I_b). Es el dato que se tiene cuando la velocidad de infiltración se vuelve prácticamente constante [L/T].
- Infiltración acumulada o lámina infiltrada (Z). Es la integración de la velocidad de infiltración, en unidades de lámina de riego (L).

(Aguilera y Martínez .1996) métodos de riego.

6. Factores que afectan la infiltración.

La infiltración puede ser afectada, en algunas ocasiones fuertemente, si se modifican los siguientes factores:

- Características físicas del suelo (porosidad, estructura, agentes cementantes, entre otros).
- Características del perfil del suelo. La infiltración será gobernada por las capas menos permeables.

- Humedad del suelo. La variación en la humedad del suelo afecta directamente a la infiltración.
- Método de riego y manejo del agua. Hay métodos de riego en los cuales se inunda totalmente la superficie del suelo y otros en que se moja parcialmente, por lo tanto la entrada del agua al suelo es diferente.
- Otros factores. Entre estos se tiene la viscosidad del agua, relacionada con la temperatura de la misma y su tensión superficial, así como el aire atrapado, entre otros. (Aguilera y Martínez 1996) métodos de riego.

7. Proceso de infiltración.

El proceso de infiltración puede continuar sólo si hay espacio disponible para el agua adicional en la superficie del suelo. El volumen disponible para el agua adicional depende de la porosidad del suelo y de la tasa a la cual el agua antes infiltrada puede alejarse de la superficie a través del suelo. (García Lozano, 1997).

La tasa máxima a la que el agua puede entrar en un suelo se conoce como capacidad de infiltración. Si la llegada del agua a la superficie del suelo es menor que la capacidad de infiltración, toda el agua se infiltrará. (García Lozano, 1997).

Si la intensidad de precipitación en la superficie del suelo ocurre a una tasa que excede la capacidad de infiltración, el agua comienza a estancarse y se produce la escorrentía sobre la superficie de la tierra, una vez que la cuenca de almacenamiento está llena. (García Lozano, 1997).

Esta escorrentía se conoce como flujo terrestre hortoniano. El sistema hidrológico completo de una línea divisoria de aguas se analiza a veces usando modelos de transporte hidrológicos, modelos matemáticos que consideran la infiltración, la escorrentía y el flujo de canal para predecir las tasas de flujo del río y la calidad del agua de la corriente. (García Lozano, 1997).

La infiltración es el volumen de agua procedente de las precipitaciones que atraviesa la superficie del terreno y ocupa total o parcialmente los poros del suelo y del subsuelo.

Esta se calcula una vez que se resta a la captación bruta la evapotranspiración (captación neta), ponderando las diferentes variables del medio que influyen en la capacidad de infiltración y/o grado de permeabilidad presente en la cuenca en función del tipo de suelos y rocas, el grado de inclinación de las pendientes y el tipo de vegetación y uso del suelo. (García Lozano, 1997).

Antes de llevar a cabo lo anterior, se estima el porcentaje de saturación del suelo en dependencia del comportamiento de la ETP y la precipitación promedio a través de los meses, lo que permite identificar los meses con déficit hídrico, así como aquellos con alta saturación de agua, lo que influirá en el porcentaje de infiltración en el suelo. . (García Lozano, 1997).

Una parte de la precipitación llega a penetrar la superficie del terreno a través de los poros y fisuras del suelo o las rocas, rellenando de agua el medio poroso. (Graham, L, 2003).

Sucede cuando las aguas de lluvia o de los ríos penetran lentamente en las rocas, el suelo y el subsuelo. Da origen a las aguas subterráneas y las cavernas. Si se pudiera ir dentro de la tierra, eventualmente se llegaría a suficiente profundidad para ver que todas las rocas están saturadas de agua. Entonces ha llegado a la zona de saturación.

A la altura de la zona de saturación se le conoce como tabla de agua. Por debajo de la superficie el agua yace a diferentes profundidades. (Graham, L, 2003).

En lugares secos la tabla de agua se encuentra a gran profundidad, pero en los lugares húmedos la tabla de agua está a poca profundidad.

Cuando la tabla de agua es más alta que la superficie real de tierra aparecen los riachuelos, ríos y lagos sobre la tierra (Graham, L, 2003).

Una vez que la lluvia provee la humedad que el suelo necesita, el agua comienza a drenar y puede tomar 2 caminos: el primero es aquel que gracias a la gravedad alcanza la profundidad suficiente para alimentar al acuífero; y el segundo camino es uno paralelo a la superficie del suelo y posteriormente vuelve a salir al aire libre y se convierte en escorrentía superficial. (Graham, L, 2003).

8. Infiltrómetro de doble anillo

Es un instrumento simple que se utiliza para determinar la tasa de infiltración de agua en el suelo. La tasa de infiltración se determina como la cantidad de agua por unidad de superficie y unidad de tiempo, que penetra en el suelo.

Esta tasa se calculará sobre la base de los resultados de la medición y la ley de Darcy. Varias medidas pueden ser ejecutadas simultáneamente, obteniéndose un resultado medio muy confiable y preciso. www.iven.com encarta.

9. Escorrentía superficial

a. Concepto

La oferta hídrica superficial total es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar. Usualmente esta porción de agua que escurre por los ríos es denominada por los hidrólogos como escorrentía superficial. (Ávila y Parker, 2009).

b. Definición Operativa

La escorrentía puede ser expresada en términos de lámina de agua, en milímetros, lo que permite una comparación rápida con la precipitación y la evapotranspiración que tradicionalmente también se expresan en milímetros. En este caso la escorrentía se calcula como:

$$Y = QT/A10^3$$

Dónde:

Y = Escorrentía superficial expresada en términos de lámina (mm)

Q = Caudal modal para el período de agregación seleccionado (m³/s)

T = Cantidad de segundos en el período de agregación (s)

A = Área aferente al nodo de mediciones (km²)

(Ávila y Parker, 2009).

c. Escorrentía.

Es el volumen de lluvia que hace su recorrido sin infiltrarse, desde el lugar donde cae hasta la corriente de agua a la que alimenta.

La escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo éste flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua. (García Lozano, 1997).

La corriente de agua puede ser alimentada tanto por el exceso de precipitación como por las aguas superficiales y subterráneas; al aporte subterráneo se lo conoce como caudal base.

d. Escorrentía superficial o caudal.

El agua de las precipitaciones que no es evaporada ni infiltrada, escurre superficialmente en forma de:

Escorrentía directa que es el agua que llega directamente a los cauces superficiales en un periodo corto de tiempo tras la precipitación, y que engloba la escorrentía superficial y la sub-superficial (agua que tras un corto recorrido lateral sale a la superficie sin llegar a la zona freática).

Escorrentía basal que es la que alimenta a los cauces superficiales en época de estiaje (García Lozano, 1997).

e. Caudal efluente.

Son corrientes superficiales y permanentes de agua que se desplaza sobre la superficie terrestre; son de carácter lineal, a diferencias de otra masa de agua. Los ríos se movilizan por gravedad desde su nacimiento, en lugares de mayor altura, hasta la desembocadura en el nivel de base del río. Se origina por la acción de las aguas de lluvias, de los manantiales y fuentes de aguas subterráneas así como del deshielo de glaciares (Siso G y Cunill P, 2002).

Río, corriente de agua que fluye por un lecho, desde un lugar elevado a otro más bajo. La gran mayoría de los ríos desaguan en el mar o en un lago, aunque algunos desaparecen debido a que sus aguas se filtran en la tierra o se evaporan en la atmósfera.

La cantidad de agua que circula por un río (caudal) varía en el tiempo y en el espacio. Estas variaciones definen el régimen hidrológico de un río. Las variaciones temporales se dan durante o justo después de las tormentas; la escorrentía que produce la arroyada incrementa el caudal. (Siso G y Cunill P, 2002).

En casos extremos se puede producir la crecida cuando el aporte de agua es mayor que la capacidad del río para evacuarla, desbordándose y cubriendo las zonas llanas próximas (llanura de inundación).

La variación espacial se da porque el caudal del río aumenta aguas abajo, a medida que se van recogiendo las aguas de la cuenca de drenaje y los aportes de las cuencas de otros ríos que se unen a él como tributarios (Siso G y Cunill P, 2002).

Debido a esto, el río suele ser pequeño en las montañas, cerca de su nacimiento, y mucho mayor en las tierras bajas, próximas a su desembocadura (Microsoft Encarta, 2009).

Las estaciones hidrométricas (llamadas también pluviométricas o hidrológicas) instaladas en alguna sección de un río registran los caudales mediante un dispositivo que registra en el tiempo la variación de niveles de agua y caudales medidos. Estos registros son básicos, nos dan información sobre la distribución temporal y espacial de los recursos hídricos superficiales disponibles. (Siso G y Cunill P, 2002).

Se utilizan tres niveles de datos de caudales para estimar la cantidad de agua disponible en un cauce: los caudales medios diarios, los medios mensuales y los medios anuales. También existen técnicas que permiten hacer una estimación de caudales en lugares con información insuficiente, se presenta más a detalle en la guía de la Unesco rostlac pero no se presentará en esta por no ser de mayor interés.

Capacidad de campo.

La capacidad de campo se define como la máxima capacidad de retención de agua de un suelo sin problemas de drenaje, y que se alcanza según la textura del suelo entre 12 y 72 horas después de un riego pesado. (Camaren 2005).

1. Caudal de un río.

Cantidad de agua que circula en una cuenca de drenaje o río. Los caudales se expresan en volúmenes por unidad de tiempo, generalmente en metros cúbicos por segundo, y son variables en tiempo y en el espacio. Esta evolución se puede representar en hidrogramas de crecidas www.encyclopedia.com Caudal fluido.

f. Molinete.

Un molinete es un pequeño instrumento constituido por una rueda con aspas, la cual, al ser sumergida en una corriente gira proporcionalmente a la velocidad de la misma.

Existen dos tipos de molinetes, los de cazoletas y el de hélice, los cuales pueden ser montados sobre una varilla para el aforo de corrientes superficiales o suspendidos desde un cable durante el aforo de ríos y diques profundos, www.definicionaforo.com

El procedimiento se basa en medir la velocidad del agua y aplicar la ecuación: caudal = sección x velocidad; $M^3/seg = m^2 \times m/seg$

El molinete es un instrumento para medir velocidades de flujo en puntos distintos de la sección en canales abiertos y en tuberías. Se le asigna cada lectura de velocidad a una subsección de la sección total, y se calculan caudales de cada subsección por el método de “velocidad-área”. El caudal total de la sección es la sumatoria de los caudales calculados de la subsección. Para cada caudal y cada aforo en un canal o en un río, se puede anotar la elevación de la superficie de agua, de manera de con varios aforos se puede desarrollar una curva de elevación vs. Caudal. Cuando se tienen suficientes aforos a diferentes caudales se puede usar el sitio como estación de aforo con un limnómetro (equipo de la usu-mag/birf 3730ec). www.aforomolinete.com

g. Aforo

Medida del caudal de una corriente de agua.

www.definición aforo.com

1) Aforo de corrientes naturales.

El conocimiento de la variación del caudal que fluye por una determinada sección de un cauce natural es de suma importancia en los estudios hidrológicos.

De acuerdo con la calidad y la cantidad de los registros de caudales necesarios en un estudio hidrológico, las mediciones se pueden hacer de una manera continua o permanente o de una manera puntual o instantánea, las mediciones continuas de caudales requieren de la instalación de una estación medidora (limnimétrica) o de una estación registradora limnigráfica [www. definición aforo. Com](http://www.definición aforo.com)

Las mediciones aisladas, puntuales o instantáneas, se realizan en determinados momentos en que se desee conocer la magnitud de una corriente en particular.

La mayoría de los métodos de aforo se basan en la ecuación de continuidad

$(Q = V * A)$.

2) Métodos de aforo de corrientes naturales de agua más utilizados.**a. Aforo volumétrico.**

Se aplica generalmente en los laboratorios de hidráulica, ya que solo es funcional para pequeños caudales; sin embargo se pueden implementar también en pequeñas corrientes naturales de agua. www.fluidos.eia.edu

La instalación para un aforo volumétrico; El aforo volumétrico consiste en medir el tiempo que gasta el agua en llenar un recipiente de volumen conocido para lo cual, el caudal es fácilmente calculable con la siguiente ecuación= V/t . www.fluidos.eia.edu

b. Aforo con tubo de pitot.

Su mayor aplicación se encuentra en la medición de velocidades en flujo a presión, es decir, flujos en tuberías. Sin embargo, también se utiliza en la medición de velocidades en canales de laboratorio y en pequeñas corrientes naturales. Es tubo de pitot permite medir la velocidad de la corriente a diferentes profundidades, por lo cual se puede conocer la velocidad media en la sección, que multiplicada por el área de ésta, produce el caudal de la corriente. www.fluidos.eia.edu

c. Aforo con flotadores.

Son los más sencillos de realizar, pero también son los más imprecisos; por lo tanto, su uso queda limitado a situaciones donde no se requiera mayor precisión. Con este método se pretende conocer la velocidad media de la sección para ser multiplicada por el área, y conocer el caudal, según la ecuación de continuidad.

$$Q = \text{velocidad} * \text{área}$$

Para la ejecución del aforo se procede de la siguiente forma. Se toma un tramo de la corriente de longitud L ; se mide el área A , de la sección, y se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo.

La velocidad superficial de la corriente, V_s , se toma igual a la velocidad del cuerpo flotante y se calcula mediante la relación entre el espacio recorrido L , y el tiempo de viaje t . $V_s = L/t$

Se considera que la velocidad media de la corriente, V_m , es del orden de $0.75V_s$ a $0.90V_s$, donde el valor mayor se aplica a las corrientes de aguas más profundas y rápidas

(con velocidades mayores de 2 m/s. Habitualmente, se usa la siguiente ecuación para estimar la velocidad media de la corriente. $V_m = 0.85V_s$. www.fluidos.eia.edu

Si se divide el área de la sección transversal del flujo en varias secciones, de área A_i , para las cuales se miden velocidades superficiales, V_{si} , y se calculan velocidades medias, V_{mi} , el caudal total se podrá determinar como la sumatoria de los caudales parciales q_i , de la siguiente manera:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i = V_{m1} * A_1 + V_{m2} * A_2 + \dots + V_{mn} * A_n$$

$$Q = \epsilon$$

Se pueden obtener resultados algo más precisos por medio de flotadores lastrados, de sumersión ajustable, Estos flotadores consisten en un tubo delgado de aluminio, de longitud L , cerrado en ambos extremos y con un lastre en su extremo inferior, para que pueda flotar en una posición próxima a la vertical, de tal manera que se sumerjan hasta una profundidad aproximadamente de 25 a 30 cm sobre el fondo, y emerjan unos 5 a 10 cm. www.fluidos.eia.edu

La velocidad observada de flotador sumergido, V_f , permite la determinación de la velocidad media de la corriente, V_m , a lo largo de su curso, por la siguiente formula experimental:

$$V_m = V_f * \left(0.9 - 0.116 * \left(1 - \frac{L_f}{y} \right) \right)$$

Donde y es la profundidad de la corriente de agua.

www.fluidos.eia.edu

3) Pluviómetro.

Es un instrumento que se emplea en las estaciones meteorológicas para la recogida y medición de la precipitación. www.web UNESCO

La precipitación ingresa por la boca y pasa a la sección colectora, luego de ser filtrada (para evitar que entren hojas o cualquier otro objeto). La boca del recipiente deberá estar instalada en posición horizontal, al aire libre y con los recaudos para que se mantenga a nivel y protegida de los remolinos de viento. [www.web UNESCO](http://www.web.unesco)

La probeta debe estar graduada teniendo en cuenta la relación que existe entre el diámetro de la boca del pluviómetro y el diámetro de la probeta. El pluviómetro debe estar instalado a una altura de 1.50 m y los edificios u otros obstáculos deben estar a por lo menos cuatro veces su altura de distancia. Si la precipitación cae en forma de nieve, debe ser derretida. También puede medirse la altura de la capa de nieve con una regla en centímetros. [www.web unesco](http://www.web.unesco)

Se calcula midiendo el agua que cae sobre un metro cuadrado de superficie durante 24 horas y expresando esa cantidad en litros por metro cuadrado [www.web unesco](http://www.web.unesco).

La cantidad de agua caída se expresa en milímetros de altura. El diseño básico de un pluviómetro consiste en una abertura superior (de área conocida) de entrada de agua al recipiente, que luego es dirigida a través de un embudo hacia un colector donde se recoge y puede medirse visualmente con una regla graduada o mediante el peso del agua depositada.

Normalmente la lectura se realiza cada 12 horas. Un litro caído en un metro cuadrado alcanzaría una altura de 1 milímetro. Para la medida de nieve se considera que el espesor de nieve equivale aproximadamente a diez veces el equivalente de agua www.es.wikipedia.org.

4) **Afluente**

En hidrología, un afluente corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar sino en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

[www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998](http://www.ciencias.ecologia.ejercicios.proyectos.y.casos.1998).

En principio, de los dos ríos que se unen es considerado como afluente el de menor importancia por su caudal, su longitud, o la superficie de su cuenca.

«Afluente derecho» o «afluente izquierdo»; o «afluente por la margen derecha» o «afluente por la margen izquierda», son términos que indican la situación del afluente en relación al flujo del río principal. Estos términos se definen desde la perspectiva de las aguas de este último en búsqueda de su pendiente inferior, es decir, en relación a la dirección en que está corriendo el curso fluvial.

www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998.

En geografía, la disposición los afluentes a veces se ordenan a partir de los más cercanos a la fuente del río hasta los más cercanos a la desembocadura del río. Se pueden ordenar formando una jerarquía: los de primer orden, segundo, y tercero el más importante. El afluente de primer orden es por lo general el más pequeño en tamaño. Un tributario de segundo orden se compone de dos o más afluentes de primer orden, los que se combinan para formar el afluente de segundo orden.

www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998

Otro método es organizar los afluentes desde la boca hacia la fuente, en forma de una estructura déndrica.

Finalmente, una manera aplicable a ambos métodos es también dividirlos por lado: izquierdo o derecho, siempre desde su cabecera o fuente hacia la boca.

www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998.

5) Caudal ecológico.

Un caudal circulante por un cauce podría ser considerado como ecológico, siempre que fuese capaz de mantener el funcionamiento, composición y estructura del ecosistema fluvial que ese cauce contiene en condiciones naturales.

Es evidente que existe una gama amplia de caudales circulantes que son ecológicos para un determinado cauce. Así podríamos definir, dentro de esta gama de caudales, entre unos extremos máximos y otros mínimos. En los casos más frecuentes, en que el agua es considerada un recurso escaso, nos interesará especialmente ese valor mínimo.

Pero habrá casos en que será necesario vaciar muy rápidamente un embalse (ante la amenaza de inundaciones, la necesidad de producción hidroeléctrica, o de trasvase de aguas), y en estos casos habrá que fijar también los valores máximos del caudal circulante por el cauce, para mantener la estabilidad de los recursos biológicos.

www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998.

Dos cuestiones significativas surgen de esta definición a la hora de cuantificar esos caudales ecológicos:

A qué comunidad, cuya composición, estructura y funcionamiento se pretende mantener, se refiere.

Como evaluar los impactos de las diferentes detracciones al caudal natural, y como averiguar cuál es la máxima detracción que permite el mantenimiento del ecosistema.

A la primera cuestión es conceptual y existen diversas respuestas, desde aquellas que se refieren a las comunidades existentes al construirse la presa o el trasvase, hasta aquellas que hablan de mantener las comunidades que en estado natural prístino. Así, la legislación francesa (Loi 84/512) que habla de unos caudales mínimos que garanticen la vida, circulación y reproducción de las especies que pueblan las aguas en el momento de la instalación de la obra. Según esta interpretación los ríos ya contaminados, canalizados o regulados se deberían buscar caudales ecológicos que mantuvieran unas comunidades degradadas, lo cual parece un objetivo absurdo.

www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998.

Por el contrario, pretender conservar las comunidades naturales y prístinas en nuestros ríos es una tarea imposible, por la sencilla razón de que no existen. En teoría, los ríos

naturales serían aquellos que estén en condiciones prístinas, es decir que en ellos el Hombre no ha intervenido significativamente. Dados los tiempos históricos en que nos hallamos, es imposible encontrar un ecosistema fluvial no intervenido, y muy especialmente en Europa. [www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998](#)

Aunque no tenemos ningún "río natural prístino" que nos sirva de referencia, si existen algunos ríos y muchos tramos fluviales que han sido poco intervenidos por el Hombre o, si lo han sido en el pasado, se han recuperado. Estos ríos y tramos fluviales son los que denominamos "naturales". Por tanto, valoramos su naturalidad en función del grado de su escasa perturbación (inafección) por las actividades humanas.

[www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998](#)

En dichos ríos naturales existe un equilibrio entre los procesos físicos que se desarrollan en la cuenca vertiente y en el cauce del río (sin duda influidos moderadamente por las actividades humanas). Adaptada a este equilibrio existe una comunidad biológica, compuesta por microorganismos, plantas y animales, cuya estructura y funcionamiento dependen de las características del río.

Nosotros entendemos que las comunidades de referencia que los caudales ecológicos deben de conservar son estas comunidades 'naturales' que se han adaptado a la perturbación moderada que el hombre ha ejercido sobre ellos, mediante cambios obvios en su estructura, composición y funcionamiento, pero sin disminuir su complejidad estructural ni su biodiversidad y sosteniendo su integridad ecológica.

[www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998](#).

Por otro lado tenemos numerosos ejemplos de ecosistemas intervenidos con una gestión sostenible cuya biodiversidad no es inferior a la de sus respectivos ecosistemas naturales, como ejemplo claro basta citar a la dehesa mediterránea. Covich (1995)

Por desgracia, en numerosos ríos la comunidad natural ha desaparecido debido a los impactos severos a que están sometidas. En estos ríos la fijación de caudales ecológicos debe realizarse tomando como objetivo a conservar la comunidad que, potencialmente,

viviría allí en el caso de desaparecer dichos impactos. Por tanto es necesario averiguar cuál es la comunidad natural potencial del río, por comparación con otros ríos próximos, u otros tramos mismo río de características similares, que estén menos perturbados.

En cuanto a la segunda cuestión relativa al límite máximo de aguas que se pueden extraer del río sin afectar a la conservación de sus comunidades naturales, la respuesta es metodológica y existen dos tipos de técnicas principalmente: a) aquellos métodos que se basan en datos históricos sobre los estiajes que de forma natural han ocurrido; b) aquellos basados en las pautas de variación del hábitat acuático (o cualquiera de sus componentes) con los caudales circulantes.

www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998

En ambas metodologías el criterio para la fijación de caudales ecológicos reside en evaluar la flexibilidad del ecosistema o de sus comunidades: en efecto, las comunidades fluviales han evolucionado adaptadas a las fluctuaciones de caudales, respondiendo con cambios estructurales y funcionales a las disminuciones de caudal circulante. Esta respuesta, dentro de un rango de extracciones de caudal, es de carácter elástico.

Si las extracciones hacen que el caudal circulante disminuya por debajo de un determinado umbral, la respuesta de la comunidad fluvial dejará de ser elástica para convertirse en plástica, es decir que los cambios originados en ella dejan de ser reversibles, y la comunidad no se recupera de las perturbaciones ocasionadas por la falta de aguas circulantes. www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998.

La cuantificación de los caudales mínimos ecológicos busca estos umbrales, fijando los valores por encima de ellos en una proporción que depende de la duración de los mismos y de la resiliencia ecológica de la comunidad.

Esta definición, puede ser satisfactoria desde el punto de vista teórico, pero desde luego su cuantificación desde el punto de vista práctico resulta controvertida debido a la difícil comprobación de cuál es el límite (caudal mínimo) compatible con esa resiliencia ecológica, y en especial a la falta de datos. Es obvio que se necesita investigar la

respuesta de las comunidades fluviales a la disminución de los caudales circulantes, basándose en experiencias que utilicen las obras de regulación hidráulica en los diferentes tipos de ríos. www.ciencias.ecologia.ejercicios.proyectos.y.casos.1998.

6) Caudal ecológico

La mayor parte de los grandes ríos españoles están embalsados en algún punto de su cauce, y por tanto tienen que enfrentarse a la problemática de cuanto caudal debe verse para mantener el ecosistema aguas abajo. Para algunos críticos es imposible mantener el ecosistema aguas abajo después de la construcción de una presa.

La expresión caudal ecológica, referida a un río o a cualquier otro cauce de agua corriente, es una expresión que puede definirse como el agua necesaria para preservar los valores ecológicos en el cauce del mismo, como: los hábitats naturales que cobijan una riqueza de flora y fauna, las funciones ambientales como dilución de polutantes o contaminantes, amortiguación de los extremos climatológicos e hidrológicos, preservación del paisaje.

Todo proyecto que conlleve la derivación de agua de cauces hídricos naturales (agua potable, riego, hidroeléctricas, etc.), deben considerar la conservación del caudal ecológico aguas abajo de las obras, para evitar la alteración de los corredores ecológicos constituidos por estos cauces hídricos. [www.es.wikipedia.org.Caudal ecológico](http://www.es.wikipedia.org/Caudal_ecol%C3%B3gico).

Determinación del caudal ecológico

Se han desarrollado innumerables métodos y metodologías para determinar los requerimientos del caudal de los ecosistemas.

Los más simples son los métodos hidrológicos o estadísticos, que determinan el caudal mínimo ecológico a través del estudio de los datos de caudales. Un ejemplo de método estadístico simple es definir el caudal mínimo ecológico como un 10% del caudal medio

histórico, que es precisamente lo previsto, al menos hasta la fecha, en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Río Ebro España. (www.es.wikipedia.org.Caudal ecológico)

El caudal ecológico se considera pues como una restricción general que se impone a todos los sistemas de explotación sin perjuicio del principio de supremacía del uso para el abastecimiento de poblaciones. www.es.wikipedia.org.Caudal ecológico.

El caudal ecológico es generalmente fijado en los "Planes de Manejo de Cuenca", con base en estudios específicos o análisis concretos para cada tramo del río, riachuelo o cauce aguas abajo del nacimiento. La caracterización de la demanda ambiental (es decir, la cantidad de agua que se considera caudal ecológico) es además consensuada con la intervención de los distintos sectores implicados, desde la planificación hasta el uso del agua. (www.es.wikipedia.org.Caudal ecológico).

Requisitos

El caudal ecológico, debe cumplir con los siguientes requisitos:

La base de cálculo deberá responder a una regularidad natural real que, como tal, formara parte de la coevolución entre el medio físico y las comunidades naturales, independientemente de que fuera una relación poco reconocible. Debe evitarse al máximo la incorporación de arbitrariedades, en la medida en que supone una intrusión de subjetividad y puede devaluar la solidez de los cálculos

La aplicación del método y el resultado a obtener deben ser específicos, respectivamente, para cada cauce o tramo de cauce en concreto, evitando planteamientos basados en proporcionalidades fijas. La información que cada cauce aporta sobre las necesidades de sus comunidades naturales, son evaluadas en profundidad;

Derivado en parte del requisito anterior, el método adoptado debe cumplir un axioma tan simple y obvio como que: el caudal de mantenimiento o caudal ecológico es comparativamente más conservativo en los cauces menores y menos en los de mayores.

Restar menos de “poco” puede conducir a nada, mientras que restar mucho de “más” puede permitir una situación sostenible.

Los resultados obtenidos deben estar en línea con experiencias empíricas, tanto bibliográficas como personales, y con los condicionantes propios de los aprovechamientos hídricos ordinarios sobre regulación y/o derivación de caudales.

A pesar de la enorme variedad de métodos de cálculo existentes, los resultados obtenibles de todos ellos siguen una distribución más o menos normal que encierra el intervalo de máxima probabilidad entre el 10% y el 30% del caudal medio interanual.

Se trata de que el método adoptado mantenga también como intervalo más probable el indicado, a fin y efecto de intentar representar un equilibrio racional entre la conservación de los ambientes fluviales y el aprovechamiento del agua como recurso.

www.es.wikipedia.org.Caudal ecológico.

Según la página www.es.wikipedia.org.Caudal ecológico. Una de las definiciones de caudal ecológico se refiere a la cantidad, calidad y régimen de caudales necesarios para sostener a los ecosistemas acuáticos y mantener sus bienes y servicios para la subsistencia y desarrollo de los seres humanos y demás seres vivos.

Para conocer el estado ecológico de los ríos y proponer medidas de manejo ambiental para su recuperación y conservación, se parte de la evaluación de las características físicas, químicas y biológicas, utilizando para esto el análisis de invertebrados de bentos, como los indicadores más idóneos. A través de métodos de simulación y modelos de hábitats viables, se integraron las condiciones hidráulicas con los datos hidrológicos disponibles para estimar el caudal ecológico que prefieren los invertebrados para distribuirse en superficies determinadas del río.

www.es.wikipedia.org.Caudal ecológico.

El FONAG consiente de la importancia del tema, desde el 2004, junto con diversas organizaciones nacionales e internacionales ha liderado investigaciones para estimar el régimen de caudales ecológicos, que relaciona la velocidad de la corriente con la densidad de invertebrados en tramos de ríos específicos localizados en las subcuencas

Pita y San Pedro y en la microcuenca Papallacta, debido a que son fuentes importantes para el abastecimiento de agua del Distrito Metropolitano de Quito y su área de influencia.

Estos resultados obtenidos en el 2011, apoyaría la formulación de posibles estrategias para reducir el impacto actual y potencial de las captaciones de agua, y frente a las variaciones de caudal que se puedan generar por efecto del cambio climático.

www. Guayllabamba caudales ecológicos.

7) Volumen

Es la cantidad de espacio que ocupa un cuerpo, el volumen es una magnitud física derivada.

La unidad para medir volúmenes en el Sistema Internacional es el metro cúbico (m³) que corresponde al espacio que hay en el interior de un cubo de 1 m de lado. Sin embargo, se utilizan más sus submúltiplos, el decímetro cúbico (dm³) y el centímetro cúbico (cm³). Sus equivalencias con el metro cúbico son:

www.concurso propiedades volumen 2005

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$$

Para medir el volumen de los líquidos y los gases también podemos fijarnos en la capacidad del recipiente que los contiene, utilizando las unidades de capacidad, especialmente el litro (l) y el mililitro (ml).

Existe una equivalencia entre las unidades de volumen y las de capacidad:

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$$

En química general el dispositivo de uso más frecuente para medir volúmenes es la probeta. Cuando se necesita más exactitud se usan pipetas o buretas.

Las probetas son recipientes de vidrio graduados que sirven para medir el volumen de líquidos (leyendo la división correspondiente al nivel alcanzado por el líquido) y sólidos (midiendo el volumen del líquido desplazado por el sólido, es decir la diferencia entre el nivel alcanzado por el líquido solo y con el sólido sumergido).

www.concurso propiedades volumen 2005

8) Humedad del suelo.

Cuando el suelo está seco, la capacidad de infiltración es mayor hasta que las partículas que forman parte de éste suelo absorben el agua que necesitan; además, las fuerzas gravitacionales también ejercen fuerza sobre el agua que ingresa al suelo.

9) Permeabilidad del suelo.

Depende principalmente del tamaño y distribución de los granos del suelo. La permeabilidad puede ser afectada por otros factores como la cobertura vegetal y compactación del suelo. (PÉREZ, 2007).

10) Temperatura del suelo y condiciones externas.

Como por ejemplo la compactación del suelo por animales o intervención humana, arado de la tierra, formación de grietas por acción de las raíces de plantas, etc.

Determina la cantidad de agua con la que se cuenta en el punto de cierre de la cuenca, tomando en cuenta el ciclo hidrológico (oferta hídrica) y los usos que se le da al agua en la mencionada cuenca (demanda Hídrica). (PÉREZ K, 2007).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización

El río Sicalpa, y sus afluentes se encuentran formando parte de la subcuenca del río Chambo, el sitio de estudio se encuentra a 10 km de la cabecera cantonal, ya que es parte de las comunidades beneficiadas de la parroquia de Sicalpa las cuales son: Guacona San Isidro, Sta. Rosa de Culluctus, Guacona Sta. Isabel, Guacona la merced, Guacona San José ,15 de Agosto, San Jacinto de Culluctus y la Vaquería.

2. Ubicación geográfica

Lugar: El río Sicalpa, está ubicado en la parte Sur- Este de la, parroquia Sicalpa, Cantón Colta, provincia Chimborazo

Altitud: 3320 – 3480 msnm.

Longitud 743797 E

Latitud 9809558 N

Coordenadas UTM de la zona 17S

FUENTE: Datum WGS 84.

3. Condiciones climatológicas

Temperatura: 9°C a 10°C

Humedad relativa: 50 %.

Precipitación: 330 y 380 mm semestrales.

FUENTE: Datos meteorológicos de la epoch.

B. MATERIALES

1. Materiales de campo

Vehículo, pluviómetros caseros, canecas de plástico , tapón de caucho, combo de hule, pegamento, cinta métrica, flexómetro de 10 m, cámara de fotos, libreta para campo, lápiz, esferos, pico, pala, estacas, tablones de madera de 1,50 m de largo x 0,20 m de ancho, botas, guantes etc.

Equipos: Son del centro experimental del riego como: Molinete, cilindros de infiltración doble anillo, bandejas de escurrimiento y otros.

2. Materiales de oficina

Computador, Calculadora, Papel bond, Estufa, Memori, Balanza eléctrica, programas de Arcgis 10.0, mapas (SIG), etc.

2. METODOLOGÍA

1. Objetivo 1

Para la ejecución de la presente investigación se han planteado los siguientes objetivos:

1. Determinar la oferta hídrica del río Sicalpa y sus afluentes desde el mes de julio a diciembre, y para la cumplir con este objetivo se planteó el siguiente procedimiento:

a. Socialización

Se procedió a socializar la investigación mediante talleres en cada una de la comunidades beneficiarias del proyecto para lo cual se realizó convocatorias, a las comunidades: comunidad 15 de Agosto, San Jacinto de Culluctus, Vaquería, Rayo

loma, Guacona la Merced, Guacona San José, Guacona San Isidro, Santa Rosa de Culluctus, Guacona Santa Isabel, Cotojuan y al barrio San Sebastián de la parroquia de Sicalpa.

Participaron directivos de las respectivas comunidades beneficiadas, la misma que se dio a conocer la importancia del proyecto a ejecutar.

b. Determinación del caudal

Recorrido de los ríos Culluctus, Batan, Rayo, y del río Sicalpa, una vez realizado el recorrido de los diferentes ríos, se procedió aplicar la metodología de aforamiento con molinete.

Para aforar los ríos se procede a seleccionar una superficie recta de 10 m longitud. Siendo así a 100 m del final de los ríos de estudio aguas abajo.

c. Para los afluentes: Río Batan, Culluctus y Rayo se realizó los siguientes pasos.

1) Primer paso: Se procede a medir el ancho del lecho, luego medimos el espejo de agua (ancho), como también se mide los tirantes (profundidad) con un jalón, como son tirante de la mitad del río, tirantes del lado derecho e izquierdo del mismo con cuya información se determina el área mojada del afluente.

2) Segundo pasó: con el molinete electrónico se ingresa al río, se ubica en la parte media, luego se procede a incrustar a una profundidad media del río, y coger los datos durante el lapso de 30 segundos para determinar la velocidad del agua.

3) Tercer paso: como último paso se tabula y se calcula el caudal del afluente extraídos mediante el método del molinete y aplicamos la formula $Q= A*V$ donde; A = área del río y $V= e/t$.

Al río Sicalpa se selecciona aguas arriba y aguas abajo un dato por semana, y con los mismos pasos que se determina a con los afluentes.

2) Determinación de la precipitación (Pp).

Para determinar esta variable, se procede a instalar los pluviómetros caseros según como nos dice en la página.

www.cosas practicas pluviómetro casero.com; no es más que una probeta o un cilindro de plástico donde existe una escala marcada. Siendo así se realizó el pluviómetro casero, para esto se utilizó un tablón de madera, un galón plástico de 4 lt, un corcho y un embudo de plástico, teniendo todos estos se procede a armar e instalar en el lugar propicio del estudio.

El pluviómetro 1, se instaló en las coordenadas X: 743597 Y: 9809674 a una altura de 3318 m.s.n.m a un lado del río Culluctus.

El pluviómetro 2, se instaló aguas bajo del río Sicalpa en las coordenadas X: 747180 Y: 9811809 a una altura de 3200 m.s.n.m

Para la recopilación de datos, se tomó un día por semana todos los días martes de los dos pluviómetros caseros.

Variación del contenido de agua en el suelo.

Infiltración.

Para la determinación de la infiltración, se utilizó el cilindro doble anillo, se instaló una cinta métrica de 49 cm en el cilindro interno de doble anillo, para determinar este parámetro se realizó los siguientes pasos:

Paso 1. Se estableció un terreno aledaño de los afluentes en estudio se determinó la medición aguas arriba y aguas abajo margen derecho e izquierdo de los mismos.

Paso 2. Una vez establecido el lugar de muestreo, se entierra el cilindro de doble anillo a 10 cm de profundidad para así evitar la fuga de agua, esto se realiza para suelo desnudo y para suelo cubierto aguas arriba y aguas abajo.

Paso 3. Una vez enterrado el cilindro de doble anillo, se procede a poner agua hasta que colme el cilindro interno dando lecturas como son: 12 lecturas a 30 segundos, 20 lecturas a 1 minuto, y por ultimo lecturas de 5 minutos hasta que se dé capacidad de campo.

Se inserta datos en un programa de Excel llamado prueba de infiltración (Ing. Juan León Ruiz.)

Donde el nivel de agua expresados en (mm) vs lámina acumulada en (mm) e infiltración vs el tiempo.

Determinación de la escorrentía.

Para determinar el escurrimiento, se utilizó una bandeja de lata de 0.50 m de ancho *0.50m de largo, un combo de hule, regadera, fundas plásticas, azadón y pico.

Procedimiento.

Paso 1. Para determinar el escurrimiento en suelo desnudo, al suelo se lo dispersa con el azadón, una superficie de 0.50m*0.50m.

Paso 2. Se le entierra a la bandeja de escurrimiento 0.20 cm de profundidad luego se lo presiona con el combo de caucho para que no tenga fuga de agua, luego se coloca una funda de plástico en el desfogue de la bandeja por la cual se coloca a una pendiente de 30 a 40 cm de acuerdo al sitio.

Paso 3. Se simula una precipitación de la cual se procede a regar dentro de la bandeja de escurrimiento de una manera uniforme.

Pasó 4. Una vez terminado la simulación de precipitación, se recoge en la funda el agua que escurrió con la muestra (sustrato)

Paso 5. Para clasificar la muestra recogida en la funda: el agua atrapada de la funda se pone en una probeta, para así saber cuánto de agua ha escurrido.

El resto de muestra se pone en una funda plástica, para con eso realizar la prueba de laboratorio.

Escurrimiento a suelo no removido

Paso 1. Se coloca en una superficie de 0.50m de ancho * 0.50 de largo pero el suelo no debe estar intervenido o trabajado.

Paso 2. Se le entierra a la bandeja de escurrimiento 0.20 cm de profundidad luego se lo presiona con el combo de caucho para que no tenga fuga de agua, luego se coloca una funda de plástico en el desfogue de la bandeja por la cual se coloca a una pendiente de 30 a 40 cm de acuerdo al sitio.

Paso 3. Con la regadera se simula la precipitación de la cual se procede a regar dentro de la bandeja de escurrimiento de una manera uniforme.

Paso 4. Una vez terminado el agua, se procede a tomar en la funda el agua con la muestra.

Paso 5. Para clasificar la muestra cogida en la funda: de manera delicada el agua atrapada de la funda se pone en una probeta de plástico, para así saber cuánto de agua a escurrido.

El resto de muestra se pone en una funda plástica, para con eso realizar las pruebas de laboratorio.

La determinación de escurrimiento se realiza aguas arriba y aguas abajo como al lado derecho e izquierdo del río.

Esquema de la metodología para la oficina.

Elaboración de tablas de registro de las variables.

Se elaboraron tablas para el registro de datos para las variables (Precipitación, infiltración, escorrentía, caudal real, caudal ecológico y el caudal de uso, ya que con todas estas variables se puede determinar la oferta hídrica del río Sicalpa.

Cálculos.

Para obtener el caudal, se realizó utilizando las siguientes formulas:

$Q = A * V$ donde:

$A =$ área mojada del río como, $A = b * a$ y $b * a$.

$V =$ velocidad del agua como; $V = e * t$

2. Objetivo 2.

Para complementar el proyecto de oferta hídrica se planteó el objetivo 2 que dice: Establecer el caudal ecológico en diferentes niveles y el caudal óptimo para satisfacer las necesidades en el vivero forestal del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Colta.

Siendo así se realizó las diferentes actividades como; determinar el caudal ecológico y el caudal de uso a partir del caudal total.

Caudal de uso.

Para determinar el caudal de uso se basa en la teoría del Plan Hidrológico de la Cuenca del Río Ebro. (España), nos dice que de un 10 a 30 % del caudal total se debe consumir o contraer para la elaboración de cualquier proyecto hídrico.

Entonces: Para determinar del caudal de uso de nuestro estudio tomamos un 10 % del 100% del caudal total, según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Río Ebro. (España).

Caudal ecológico.

Para determinar el caudal ecológico, es un 90 % del 100% de la cual se relacionó y se determina el caudal.

Diseño del Vivero forestal.

Para diseñar el vivero forestal se realizó diferentes actividades como son:

Medir la Superficie del terreno donde se va a implantar el vivero.

Número de plantas a producirse

Sistema de riego a implantarse

Otros

Para corroborar al proyecto de oferta hídrica se realizó mapas temáticos ya que estos ayudan a tener la información correcta del sitio en estudio.

Mapas temáticos.

Para la elaboración de los diferentes mapas se utilizó, el programa arcgis, arcview 10.0.

Sitio de estudio

Áreas de la microcuenca

Áreas de los afluentes

Sitios de aforamiento

Sitios de colocación de los pluviómetros

Sitios donde se elaboró las pruebas de escurrimiento y precipitación.

Mapas de cobertura vegetal (uso actual del suelo).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A. SOCIALIZACIÓN

Con los dirigentes de las comunidades, se realizaron eventos consistentes en charlas sobre la oferta hídrica del recurso y se impartió conocimientos básicos sobre la importancia de 'este tema en este sector, junto con ellos se realizó el reconocimiento de los diferentes ríos en estudio, basándonos en la cartografía base del, (Instituto ecuatoriano de estadística y censo).

Cuadro N° 1: Comunidades Beneficiarias

SECTOR	COMUNIDADES	FAMILIAS	HABITANTES
SICALPA	GUACONA SAN ISIDRO	60	240
	STA. ROSA DE CULLUCTUS	38	152
	GUACONA STA. ISABEL	27	108
	GUACONA LA MERCED	80	320
	GUACONA SAN JOSE	45	180
	15 DE AGOSTO	23	92
	SAN JACINTO DE CULLUCTUS	38	152
	LA VAQUERIA	70	280

Fuente: Taller Mapeo Participativo (PDOT) Cantón Colta 2011.

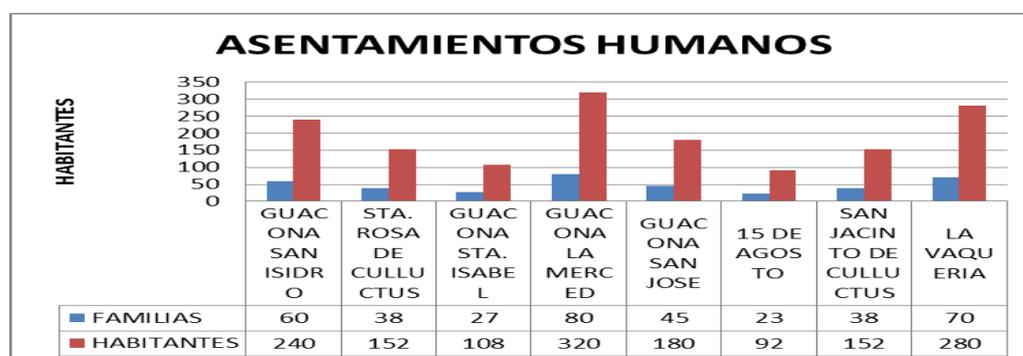


Grafico 1. Comunidades Beneficiadas

Fuente: Taller Mapeo Participativo (PDOT) Cantón Colta

Las comunidades beneficiadas del recurso agua son GUACONA LA MERCED, GUACONA SAN ISIDRO, y LA VAQUERIA.

Debemos anotar además que las comunidades con mayor población son, Guacona la Merced y La Vaquería.

El principal beneficio que obtendrán las comunidades, por el tema de la presente investigación será en optimizar el recurso hídrico en los meses de que la escasez del mismo es más notoria en los meses de Julio, Agosto y septiembre.

1. Medición de las longitudes del río Principal y los afluentes

Cuadro N° 2: Longitud del río Sicalpa y sus afluentes

RIO	Longitud (m)	Longitud (Km)
BATAN (afluente)	2691	2.6
CULLUCTUS (afluente)	4821	4.8
RAYO (afluente)	8702	8.7
SICALPA (principal)	3945	3.9

Elaboración: Tierra, R(2012)

En el cuadro 2 determina que, el río Batan tiene longitud de 2.6 km , el río Culluctus con 4.8 km, el río Rayo un 8.7 km y el río principal tiene 3.9 km.

Una vez determinado la longitud de los ríos se dice, el río con menos longitud es el río Batan y el de mayor longitud es el río Rayo.

En el siguiente grafico representamos la longitud en km, de los ríos en estudio.

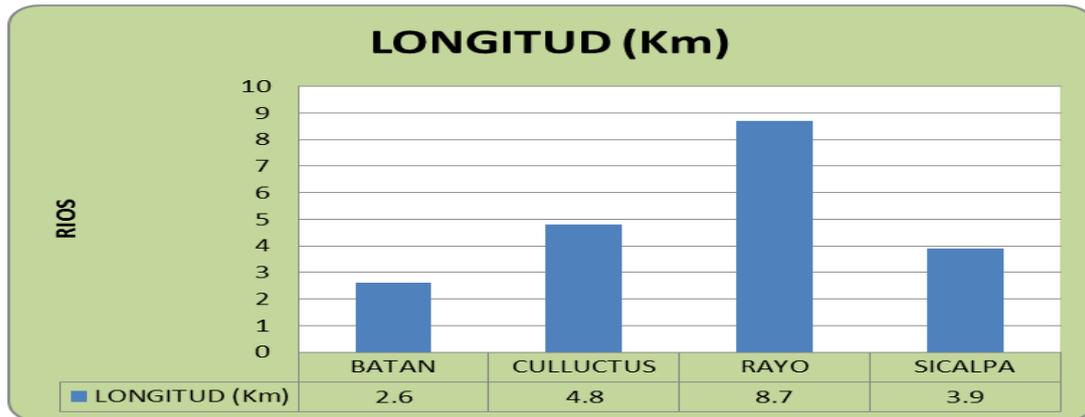


Grafico 2. Longitud del río principal y sus afluentes

El grafico 2, expresa al río en km lineales siendo estos; el de menor longitud es el afluente batan con un 2.6 km y el de mayor longitud es el afluente Rayo con un 8.7 km, dando a entender que los afluentes son más largos en longitud que del río Sicalpa.

2. Flora presente.

Una vez realizado el estudio podemos determinar que el uso actual del suelo tenemos cubierto por: paja, arquitecto valeriana, musgo, matico, manzanilla y quinua entre las planta herbáceas; la chilca entre las arbustivas; el yagual, y capulí entre las plantas arbóreas y habas, papa y zanahoria entre los cultivos predominantes lo que se representa en el cuadro 3 que describimos de la siguiente manera.

Los mismos que representan la vegetación comprendida por Herbácea, arbórea, arbustiva y cultivos, lo que nos hace entender que se trata de una zona que puede ser explotada en diferentes formas para un manejo que puede ser sostenible y sustentable para los pobladores de esta zona.

Las herbáceas son especies que están presentes en la mayoría de los suelos, ya que estos se caracterizan propios del lugar.

Cuadro N° 3: Flora presente en las localidades evaluadas

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Vegetación
Paja	<i>Cortaderia dioica</i>	Herbácea
Arquitecto	<i>Culcitium reflexun</i>	Herbácea
Valeriana	<i>valeriana Ceratophylla</i>	Herbácea
Musgo	<i>Polytrio spp</i>	Herbácea
Yagual	<i>Poliylepis spp</i> Arborea	Arbórea
Matico	<i>Buddleja globosa</i>	Herbácea
Chilca	<i>Bacharis spp.</i>	Arbusto
Capulí	<i>Prunus serótina</i>	Arbórea
Menta	<i>Mentharo tundifolia</i>	Herbácea
Manzanilla	<i>Machamomilla tricaria</i>	Herbácea
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>	Herbácea
Habas	<i>Vicia faba L.</i>	Leguminosa
Papas	<i>Solanum tuberosum L.</i>	Cultivo
Zanahoria	<i>Daucus carota L</i>	Cultivo

Fuente: TIERRA R, 2013

4. Determinación de caudal

a. Caudales mensuales Julio a Diciembre

Del cien por ciento del caudal de agua de los tres ríos en estudio pudimos determinar que existe un gran desperdicio del mismo, ya que debido a la mala utilización y a la falta de información sobre el manejo adecuado.

Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) dice que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total.

Siendo así para el proyecto de oferta hídrica del río Sicalpa se elaboró con un 10% para su caudal de uso y su 90 % para su caudal ecológico, para comparar y sacar una mejor relación caudal de uso y caudal ecológico.

b. Caudal, Rio Batan

Una vez determinado los caudales presentamos en el siguiente cuadro N° 4 y grafico N° 3; del caudal del río Batan.

Cuadro N° 4: Caudales en el río Batan

FECHA MENSUAL	Q=lt/sg	Q. uso	Q. ecológico
JULIO	42.52	4.25	38.27
AGOSTO	22.11	2.21	19.90
SEPTIEMBRE	34.93	3.49	31.44
OCTUBRE	52.27	5.23	47.04
NOVIEMBRE	74.50	7.45	67.05
DICIEMBRE	111.73	11.17	100.56
Total Promedio	56.34	6.00	50.71

Elaboración: Tierra, R (2013)

Una vez determinado el caudal de uso y el ecológico del río Batan son : Para el mes de Julio un caudal de uso 4.25 lt/sg y un caudal ecológico de 38.27 lt/sg, en el mes de

Agosto un caudal de uso 2.21 lt/sg y un caudal ecológico de 19.90, para septiembre un caudal de uso 3.49 lt/sg y un ecológico de 31.44 lt/sg; en cambio para los meses de mayor aportación de agua son; el mes de octubre con una caudal de uso 5.23 lt/sg y un caudal ecológico de 47.04, para Noviembre un caudal de uso 7.45 y un ecológico 67.05 lt/sg y para el mes de Diciembre tenemos un caudal de uso 11.17 y un ecológico de 100.56 lt/sg .

Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) dice que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

De esta manera determinamos que el mes de menos oferta hídrica es el mes de Agosto con un caudal de uso de 2.21 lt/sg y un ecológico de 19.90.lt/sg .

Se desprende que en el mes de agosto el caudal debe ser mejor utilizado para uso y manejo, realizando trabajos de concienciación con los pobladores de que este recurso es importante para el desarrollo e implementación de la agricultura, ganadería y pesca.

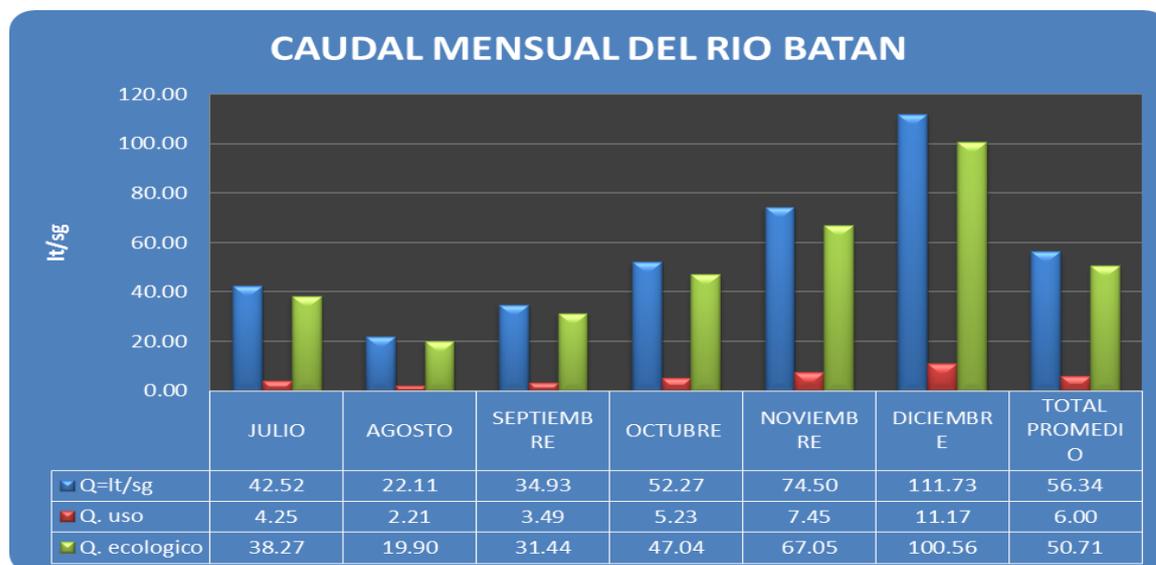


Grafico 3. Caudales del río Batan.

Elaboración: Tierra, R (2013)

En el grafico 3; determina que el mes de menor aporte de agua al río Batan es el mes de Agosto con un caudal de uso de 4.25 lt/sg y un caudal ecológico de 38.27 lt/sg. Y el mes de mayor aportación de agua es el mes de Diciembre con un caudal de uso de 11.17 lt/sg y un caudal ecológico de 100.56 lt/sg, marcando Según; el plan hidrológico de la

Cuenca del río Ebro (España) que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

c. Caudal del río Culluctus.

Una vez realizado las mediciones anteriormente descritas, presentamos en el siguiente cuadro N° 5 y grafico N° 4; el caudal del río Culluctus.

Cuadro N° 5: Caudales en el río Culluctus

FECHA MENSUAL	Q=lt/sg	Q. uso (lt/sg)	Q. ecológico(lt/sg)
JULIO	91.40	9.14	82.26
AGOSTO	94.20	9.42	84.78
SEPTIEMBRE	102.96	10.30	92.67
OCTUBRE	218.88	21.89	197.00
NOVIEMBRE	452.59	45.26	407.33
DICIEMBRE	422.19	42.22	379.97
TOTAL PROMEDIO	230.37	26.93	207.33

Elaboración: Tierra, R (2013)

Siendo este el río mas grande en longitud se determino el caudal de uso y el ecológico del río Culluctus como es: Para el mes de Julio un caudal de uso 9.14 lt/sg y un caudal ecológico de 82.26 lt/sg, en el mes de Agosto un caudal de uso 9.42 lt/sg y un caudal ecológico de 84.78 lt/sg, para septiembre un caudal de uso 10.30 lt/sg y un ecológico de 92.67 lt/sg; en cambio para los meses de mayor aportación de agua son; el mes de octubre con una caudal de uso 21.89 lt/sg y un caudal ecológico de 197 lt/sg, para Noviembre un caudal de uso 45.26 y un ecológico 407.33 lt/sg y para el mes de Diciembre tenemos un caudal de uso 42.22 y un ecológico de 379.97 lt/sg .

Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) dice que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

De esta manera determinamos que el mes de menos oferta hídrica es el mes de Julio con un caudal de uso de 9.14 lt/sg y un ecológico de 82.26 lt/sg .

Se desprende que en el mes de Julio el caudal debe ser mejor utilizado para uso y manejo, realizando trabajos de concienciación con los pobladores de que este recurso es importante para el desarrollo e implementación de la agricultura, ganadería y pesca.

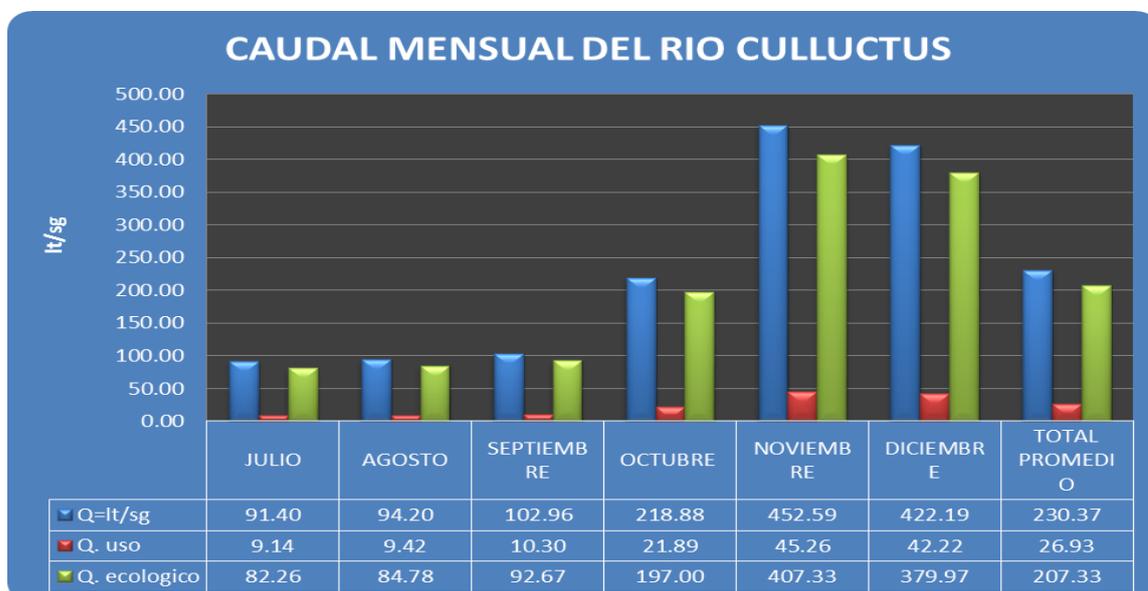


Grafico 4. Caudales en el río Culluctus

Elaboración: Tierra, R (2013)

En el grafico 4; determina que el mes de menor aporte de agua al río Culluctus es el mes de Julio con un caudal de uso de 9.14 lt/sg y un caudal ecológico de 82.26 lt/sg. Y el mes de mayor aportación de agua es el mes de Noviembre con un caudal de uso de 45.26 lt/sg y un caudal ecológico de 407 lt/sg, marcando Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

d. Caudal del río Rayo.

Una vez realizado las mediciones anteriormente descritas, presentamos en el siguiente cuadro 6 y grafico 5; el caudal del río Rayo.

Cuadro N° 6: Caudales promedios en el río Rayo.

FECHA MENSUAL	Q=lt/sg	Q. uso (lt/sg)	Q. ecológico(lt/sg)
JULIO	74.76	7.48	67.28
AGOSTO	70.84	7.08	63.76
SEPTIEMBRE	70.91	7.09	63.82
OCTUBRE	443.11	44.31	398.80
NOVIEMBRE	342.41	34.24	308.17
DICIEMBRE	218.81	21.88	196.93
TOTAL PROMEDIO	203.47	18.67	183.13

Elaboración: Tierra, R (2013)

Determinado el caudal de uso y el ecológico del río Rayo son : Para el mes de Julio un caudal de uso 7.48 lt/sg y un caudal ecológico de 67.28 lt/sg, en el mes de Agosto un caudal de uso 7.08 lt/sg y un caudal ecológico de 63,76 para septiembre un caudal de uso 7.09 lt/sg y un ecológico de 63.82 lt/sg; en cambio para los meses de mayor aportación de agua son; el mes de octubre con una caudal de uso 44.31 lt/sg y un caudal ecológico de 398.80 lt/sg, para Noviembre un caudal de uso 34.24 lt/sg y un ecológico 308.17 lt/sg y para el mes de Diciembre tenemos un caudal de uso 21.88 lt/sg y un ecológico de 196.93 lt/sg .

Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) dice que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

De esta manera determinamos que el mes de menos oferta hídrica es el mes de Agosto con un caudal de uso de 7.08 lt/sg y un caudal ecológico de 63.76 lt/sg .

Se desprende que en el mes de agosto el caudal debe ser mejor utilizado para uso y manejo, realizando trabajos de concienciación con los pobladores de que este recurso es importante para el desarrollo e implementación de la agricultura, ganadería y pesca.

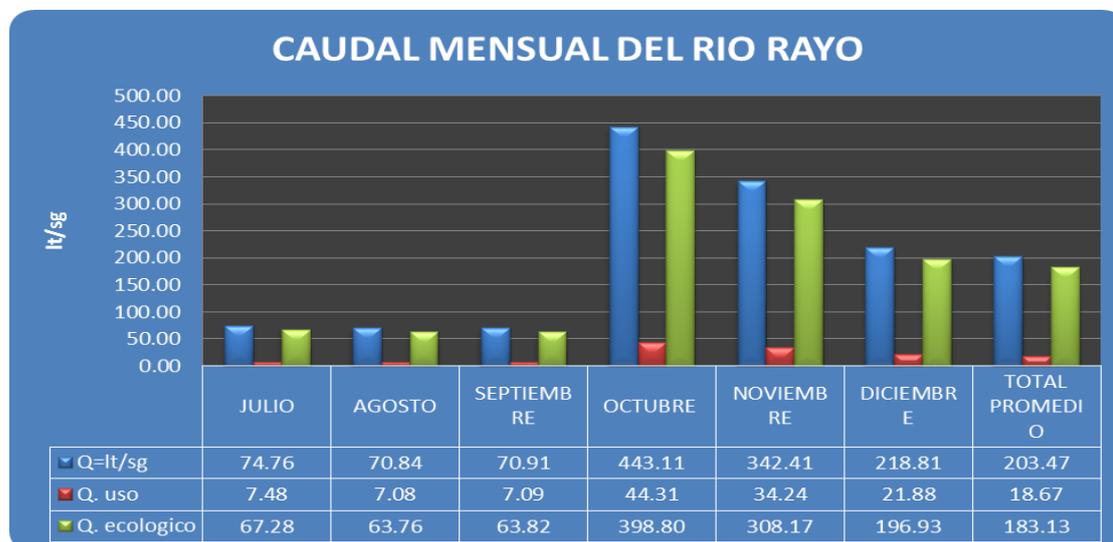


Grafico 5. Caudales en el río Rayo.

Elaboración: Tierra, R (2013)

En el grafico 5; determina que el mes de menor aporte de agua al río Rayo es el mes de Agosto con un caudal de uso de 7.08 lt/sg y un caudal ecológico de 63.76 lt/sg. Y el mes de mayor aportación de agua es el mes de Octubre con un caudal de uso de 44.31 lt/sg y un caudal ecológico de 398.80 lt/sg, marcando Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

e. Caudal del río Sicalpa Aguas Arriba.

Los afluentes del río Sicalpa son: Batan, Culluctus y Rayo, aguas arriba debido a que este es el río principal, determinado las mediciones, presentamos en el siguiente cuadro 7 y grafico 6; el caudal del río Sicalpa.

Cuadro N° 7: Caudales en el río Sicalpa Aguas Arriba.

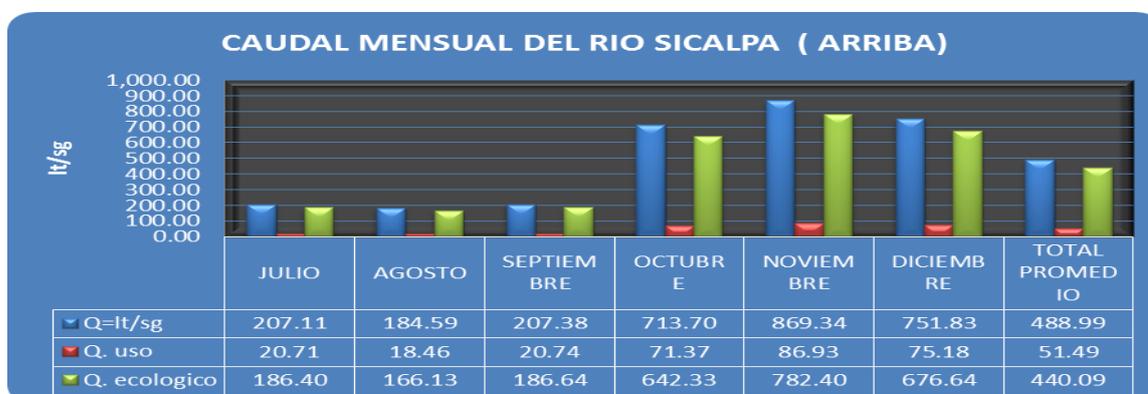
FECHA MENSUAL	Q=lt/sg	Q. uso (lt/sg)	Q. ecológico(lt/sg)
JULIO	207.11	20.71	186.40
AGOSTO	184.59	18.46	166.13
SEPTIEMBRE	207.38	20.74	186.64
OCTUBRE	713.70	71.37	642.33
NOVIEMBRE	869.34	86.93	782.40
DICIEMBRE	751.83	75.18	676.64
TOTAL PROMEDIO	488.99	51.49	440.09

Elaboración: Tierra, R (2013)

Para el caudal del río Sicalpa aguas arriba; podemos mencionar que el mes que presenta mayor aportación de agua es el mes de Noviembre, un caudal de uso de 86.93 lt/sg que equivale a un 10%.

Completando que este mismo mes el caudal ecológico fue del 782.40 lt/sg tomando en consideración que son las medias mensuales.

En el mes de Agosto el caudal de uso es de 18.46 lt/sg, y el caudal ecológico corresponde al 166.13 %, este mes es de menor aportación de agua, siendo este el río principal de estudio. Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

**Grafico 6. Caudales en el río Sicalpa Aguas Arriba.**

Elaboración: Tierra, R (2013)

En el gráfico 6; determina que el mes de menor aporte de agua al río Sicalpa Aguas Arriba es el mes de Agosto con un caudal de uso de 18.46 lt/sg y un caudal ecológico de 166.13 lt/sg. Y el mes de mayor aportación de agua es el mes de Noviembre con un caudal de uso de 86.93 lt/sg y un caudal ecológico de 782.40 lt/sg, marcando Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

f. Caudal del río Sicalpa Aguas Abajo.

La determinación del caudal total del río Sicalpa Aguas bajo, es la acumulación de todos los afluentes como del mismo río aguas arriba. Siendo así a continuación demostramos con el siguiente cuadro 8 y gráfico 7.

Cuadro N° 8: Caudales en el río Sicalpa Aguas Abajo.

FECHA MENSUAL	Q=lt/sg	Q. uso	Q. ecológico
JULIO	102.79	10.28	92.51
AGOSTO	96.46	9.65	86.82
SEPTIEMBRE	187.53	18.75	168.78
OCTUBRE	466.11	46.61	419.50
NOVIEMBRE	723.70	72.37	651.33
DICIEMBRE	571.17	57.12	514.05
TOTAL PROMEDIO	357.96	40.09	322.17

Elaboración: Tierra, R (2012)

Por su trayectoria podemos indicar que en esta distancia existe agricultores que aprovechan el agua, para una serie de actividades propias de la vida de las comunidades.

Siendo así tenemos que el mes de Agosto presenta un caudal de uso de 9.65 lt/sg y un caudal ecológico de 86.82.lt/sg

Para el mes de mayor aportación de agua es Noviembre, un caudal de uso 72.37 lt/sg y un caudal ecológico de 651.33lt/sg.

Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España), dice que el 10 % es caudal de uso y el 90 % es caudal ecológico; el caudal que utilizamos es el de menor oferta en el mes de Agosto con un caudal de uso de 9.65 lt/sg y un caudal ecológico de 86.82 lt/sg

Siendo así; el caudal del mes de baja oferta hídrica será una referencia para utilizar en el abastecimiento del vivero Forestal Municipal del Cantón Colta.

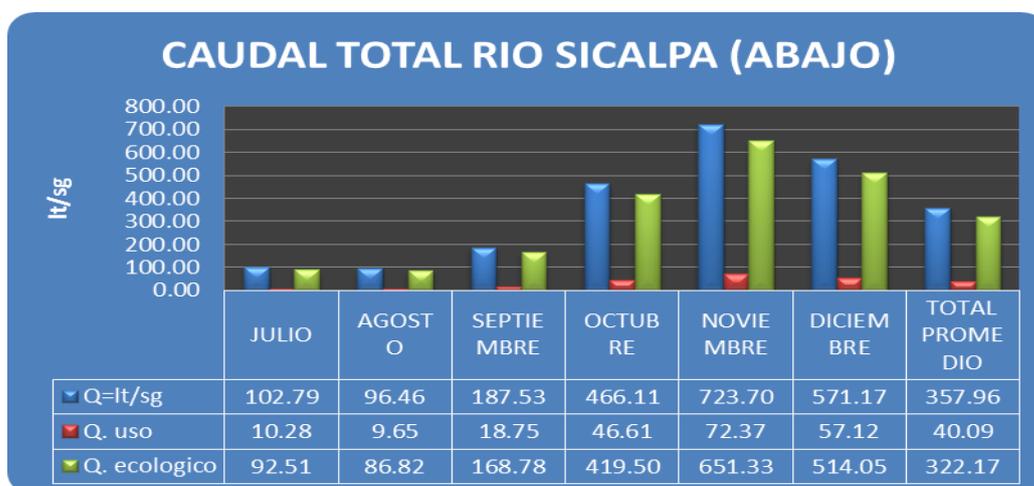


Gráfico 7. Caudales en el río Sicalpa Aguas Abajo.

Elaboración: Tierra, R (2012)

En el gráfico 7; determina que el mes de menor aporte de agua al río Sicalpa Aguas Abajo es el mes de Agosto con un caudal de uso de 9.65 lt/sg y un caudal ecológico de 86.82 lt/sg. Y el mes de mayor aportación de agua es el mes de Noviembre con un caudal de uso de 72.37 lt/sg y un caudal ecológico de 651.33 lt/sg, marcando Según; el plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) que el caudal mínimo de uso debe ser de 10 a 30 % del caudal total y el restante caudal ecológico.

g. Caudal de Uso y Ecológico.

Para corroborar, de manera clara especificamos en los gráficos 8 y 9, los diferentes caudales, de uso y caudal ecológico.

Caudal de Uso.



Grafico 8. Caudal de uso

Elaboración: Tierra, R (2012)

Para el caudal de uso según; Plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) consideramos su caudal de uso y ecológico como detallamos a continuación.

El caudal de uso en los meses de Julio a Septiembre son bajos, pero es recomendable el caudal del mes de Agosto ya que tiene un caudal de 9.65 lt/sg siendo este válido para la toma de decisiones dentro de políticas para el aprovechamiento del recurso.

Este caudal sirve para la elaboración del vivero Municipal del Cantón Colta Provincia de Chimborazo. En cambio en los meses de Octubre a Diciembre se tiene un caudal alto ya que estos caudales servirán como referencia para proyectos a futuro.

Caudal Ecológico.

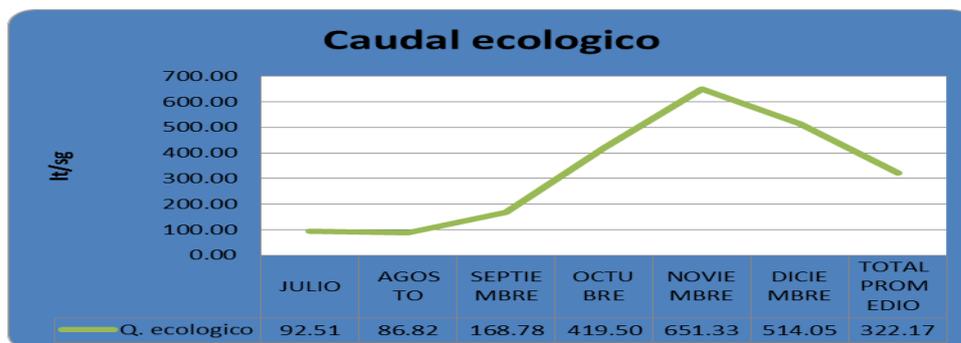


Grafico 9. Caudal Ecológico

Elaboración: Tierra, R (2012)

Según la pagina, www.wiki.caudal ecológico dice que la cantidad y régimen de caudales necesarios para sostener a los ecosistemas acuáticos y mantener sus bienes y servicios para la subsistencia y desarrollo de los seres humanos y demás seres vivos

Siendo así, para el río Sicalpa el caudal ecológico es de 86.82 lt/sg. Esto significa un 90% de su caudal total, manteniendo las necesidades antes descritas, y proyecciones de otras políticas de uso de agua.

5. Precipitación (pp).

Durante los meses de estudio, se tomo datos de precipitacion en mm, siendo estos importantes para poder saber cuánto de agua a precipitado en el lugar de estudio.

En el cuadro 9 y grafico 10 se expresa la precipitación que fue recopilada de los pluviómetros caseros.

Cuadro N° 9: Precipitación Acumulada Promedio Mensual del pluviómetro casero.

FECHA	PRECIPITACION MENSUAL (mm)	ACUMULADA
Julio	7.675	
Agosto	0.65	
Septiembre	10.275	
Octubre	90.95	
Noviembre	46.7	
Diciembre	203.4	

Elaboración: Tierra, R (2013)

Describiendo al cuadro 9, dice que en los meses de menor precipitacion son; en Julio con 7.6 mm, en Agosto con 0.65 mm y para Septiembre 10.2 mm.

Si tomamos en cuenta, que las precipitaciones de los meses de Julio a Septiembre son bajos, también sus caudales de los afluentes y del río Sicalpa son bajos.

Como también coinciden sus precipitaciones altas y sus caudales de los meses de Octubre a Diciembre.

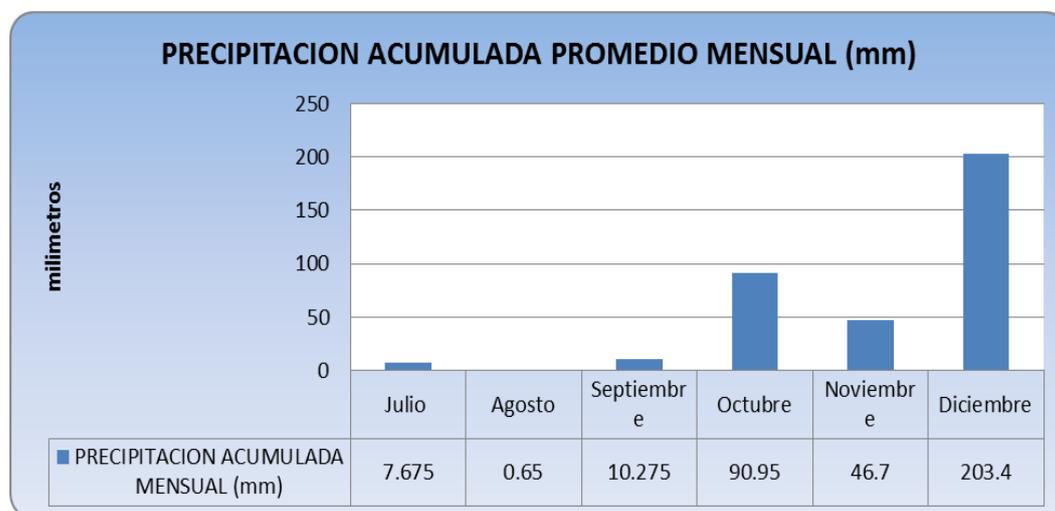


Gráfico 10. . Precipitación Acumulada Promedio Mensual del pluviómetro casero.
Fuente: Tierra, R (2013)

6. Variación del contenido de agua en el suelo.

a. **Infiltración**

Para determinar la infiltración, al río se tomó la información aguas arriba y aguas abajo; a suelo desnudo y a suelo cubierto siendo así:

Suelo desnudo.

Suelo sin cobertura vegetal

Suelo cubierto.

Suelo cubierto con pajonal, pasto y no están intervenidos por la mano del hombre.

1) Río Batan

Según, GARCIA L. 1997, dice que la infiltración es el proceso por el cual el agua entra en el suelo, y se mide en milímetros por hora, siendo así los resultados de infiltración del río Batan detallamos en el grafio 11 y 12.

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Arriba a suelo desnudo

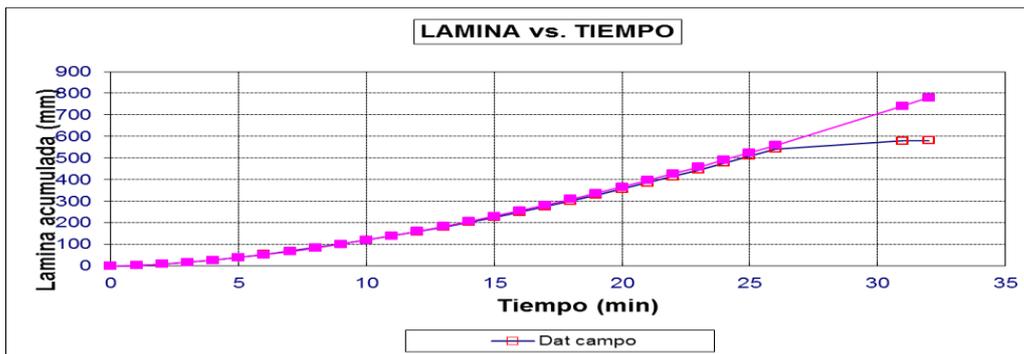


Gráfico 11. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2013)

Según, GARCIA L, 1997. Dice; que en suelo desnudo no tiene mayor retención de agua si no un mayor deslizamiento, siendo así la lámina acumulada de infiltración en los terrenos del sector del Rio Batan, el cual existe una lámina acumulada de aproximadamente entre 550 a 600 mm, a los 26 en minutos se logra tener una saturación de suelo momento en el cual se nota que no existe infiltración, llegando al estado de saturación en el suelo.

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas Arriba a suelo desnudo

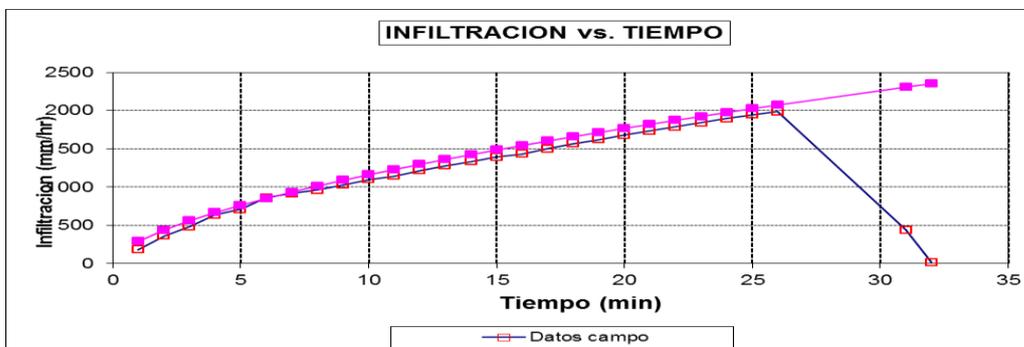


Gráfico 12. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2013)

Como podemos observar en el grafico 13, tenemos una infiltración progresiva desde 0 mm hasta 2000 mm, logrados a los 26 minutos lo que consideramos una infiltración provocando así una saturación de suelo quedando en capacidad de campo.

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Arriba a suelo cubierto

Como observamos en el grafico 13, durante los 26 minutos alcanza 160 mm, notando una lámina inferior acumulada en comparación a un suelo desnudo, por efecto de retención de la capa vegetal que existe en el sitio de muestreo ratificado por , (García L 1997)

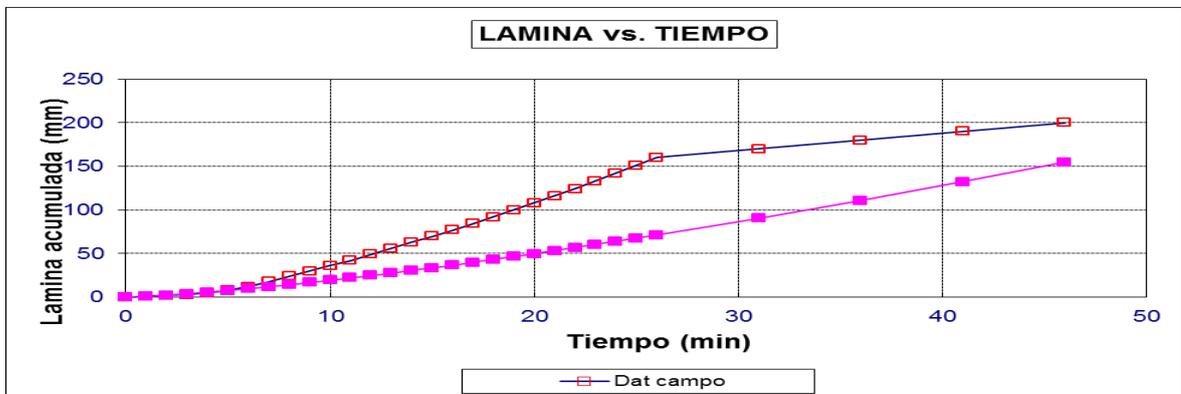


Gráfico 13. Lámina vs Tiempo.

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas Arriba a suelo cubierto

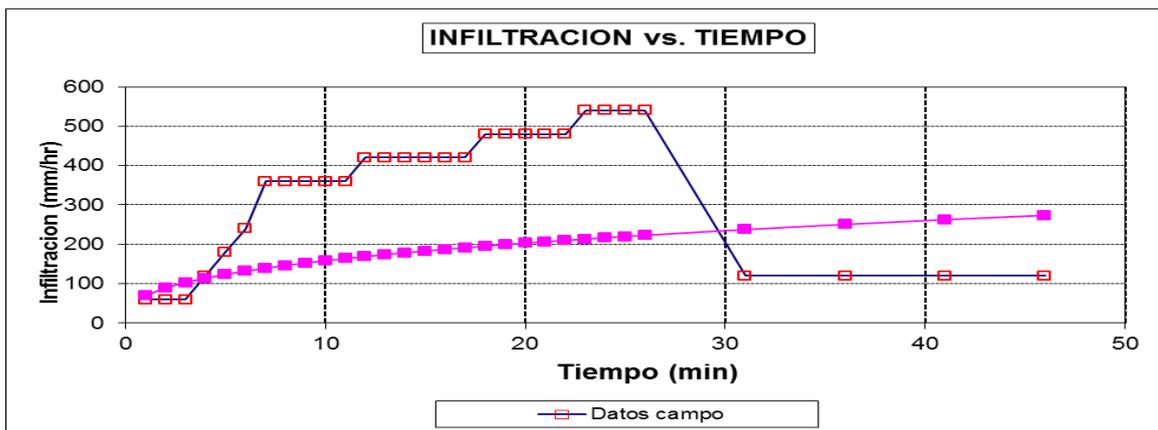


Gráfico 14. Infiltración vs Tiempo.

Como podemos determinar en el grafico 14, los tres primeros minutos se estabiliza la infiltración en 80 mm, los 4 minutos subsiguientes hasta llegar al minuto 7 se logra

determinar una velocidad de infiltración mayor llegando a los 380 mm, estabilizándose nuevamente por 5 minutos, del minuto 11 al 12 se nota un incremento de infiltración para nuevamente estabilizarse en 410 mm, del minuto 17 al 18 nuevamente se nota un incremento de infiltración estabilizándose en 490 mm, y del minuto 22 al 23 vuelve a infiltrar estabilizándose en 550 mm.

Y del minuto 26 al 31 se produce un escurrimiento quedándose en capacidad de campo, esta infiltración es gobernada por las capas menos permeables aseverada por; (Aguilera y Martínez 1996)

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo desnudo.

Según, GARCIA L, 1997. Dice; que en suelo desnudo no tiene mayor retención de agua si no un mayor deslizamiento, siendo así la lámina acumulada de infiltración en los terrenos del sector del Rio Batan la cual detallamos en el grafico 15 y 16.

Al minuto 26 tenemos una lámina acumulada de 290 mm, y desde el minuto 26 en adelante tenemos una lámina acumulada de apenas 110 mm, en 50 minutos quedando así en capacidad de campo, aseverada por (GARCIA L, 1997)

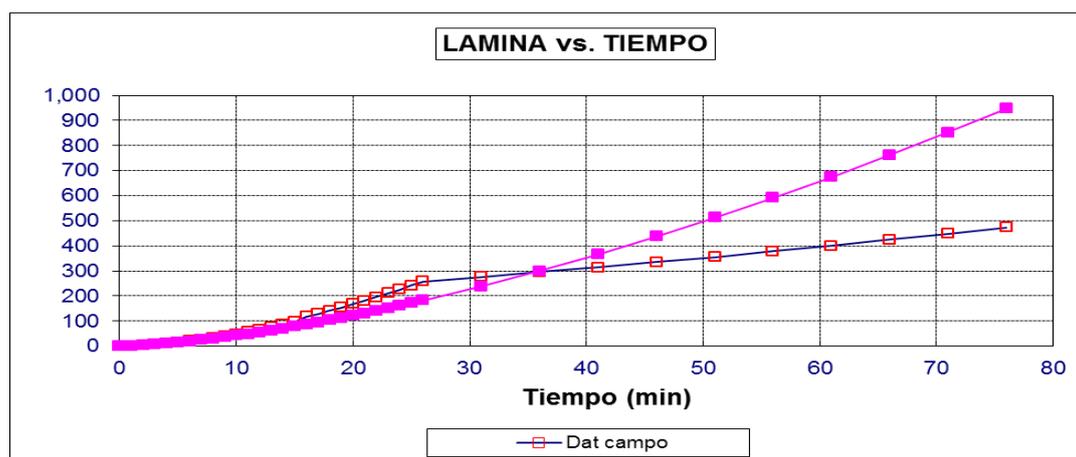


Gráfico 15. Lámina vs Tiempo
Elaboración: Tierra, R (2012)

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo desnudo

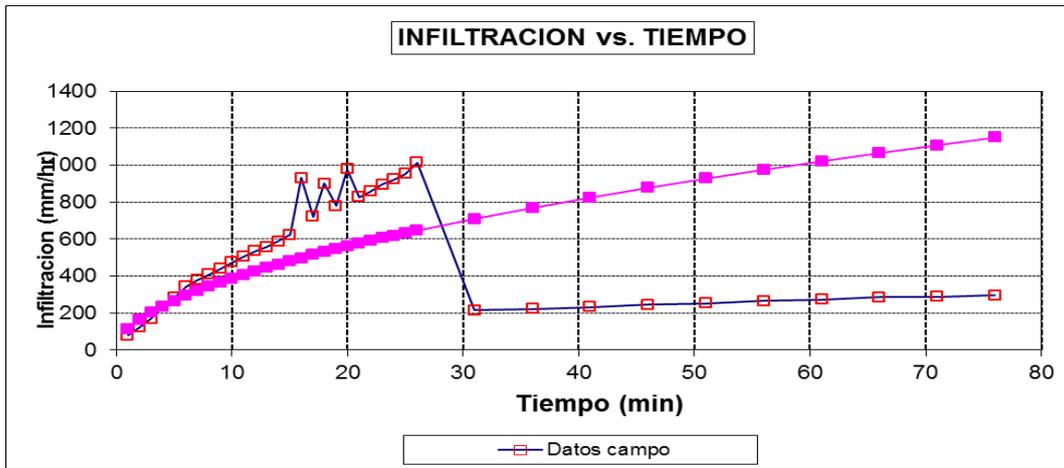


Gráfico 16. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el gráfico 16, la determinación de la infiltración al minuto 26 fue de 800 a 1000 mm y que a partir de los 26 minutos no existe infiltración, si no escurrimiento; cuya expresión ratifica (Aguilera y Martínez 1996).

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Cubierto.

A suelo cubierto la lámina acumulada y la infiltración es mínima, ya que existe interrupción de la capa vegetal según GARCIA I, 2010. Gráfico 17 y 18.

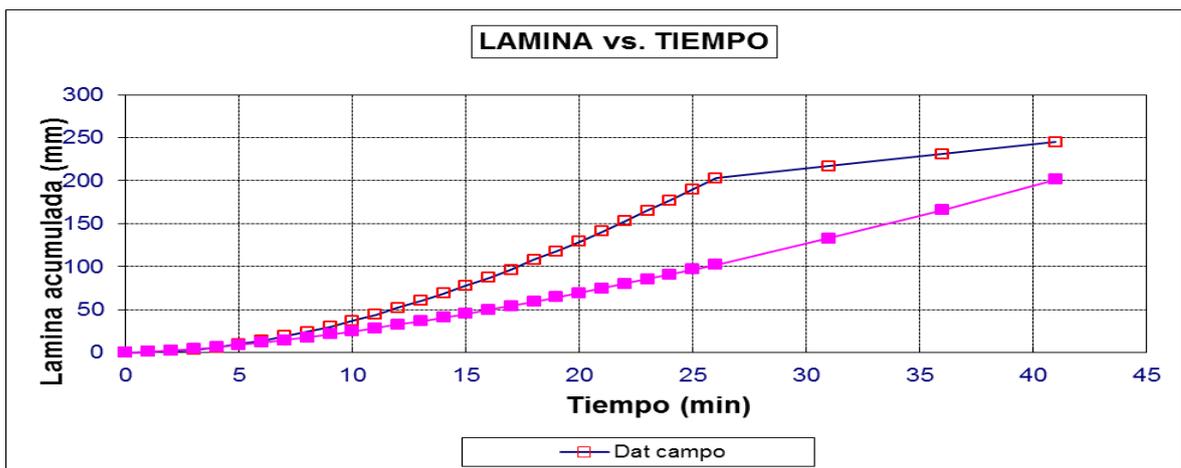


Gráfico 17. Lámina Acumulada vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el grafico 18, determinamos que la máxima velocidad de infiltración en un suelo cubierto, durante los 26 minutos alcanza una lámina acumulada de 200 mm, siendo así que llega a capacidad de campo.

Y a partir del minuto 26 hasta el minuto 41 apenas logramos determinar una lámina de 50 mm, siendo esto ratificado por (García L 1997). Dice que existe la interrupción de acumulación de la lámina de riego por la capa vegetal y efecto de las raíces de cultivo existente.

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Cubierto.

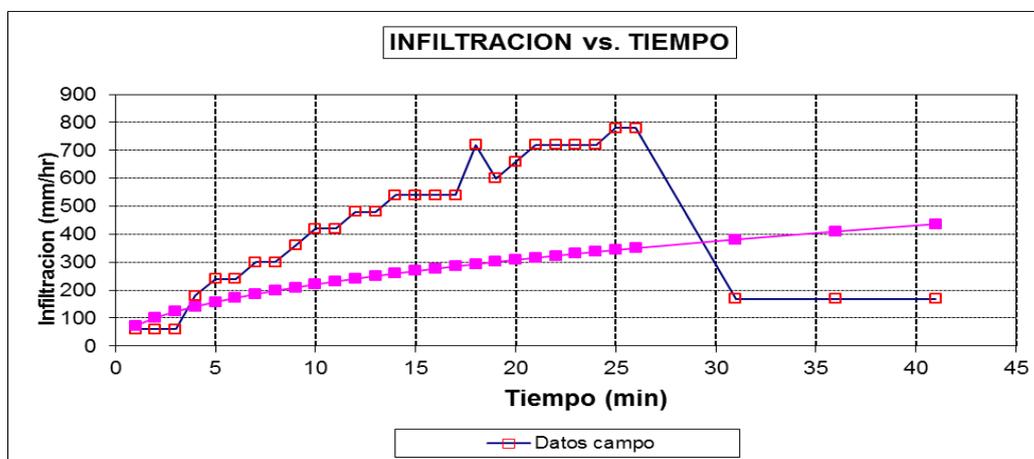


Gráfico 18. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

En el grafico 18, determina la infiltración durante los 26 minutos es progresiva dándonos 780 mm, y a partir del minuto 26 existe escurrimiento hasta quedarse en capacidad de campo, cuya expresión ratifica (Aguilera y Martinez 1996)

2) Río Culluctus

Según, GARCIA I. 2010, dice que la infiltración es el proceso por el cual el agua entra en el suelo, y se mide en milímetros por hora, los resultados de infiltración del río Culluctus detallamos en el grafio 19 y 20.

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas arriba a suelo desnudo.

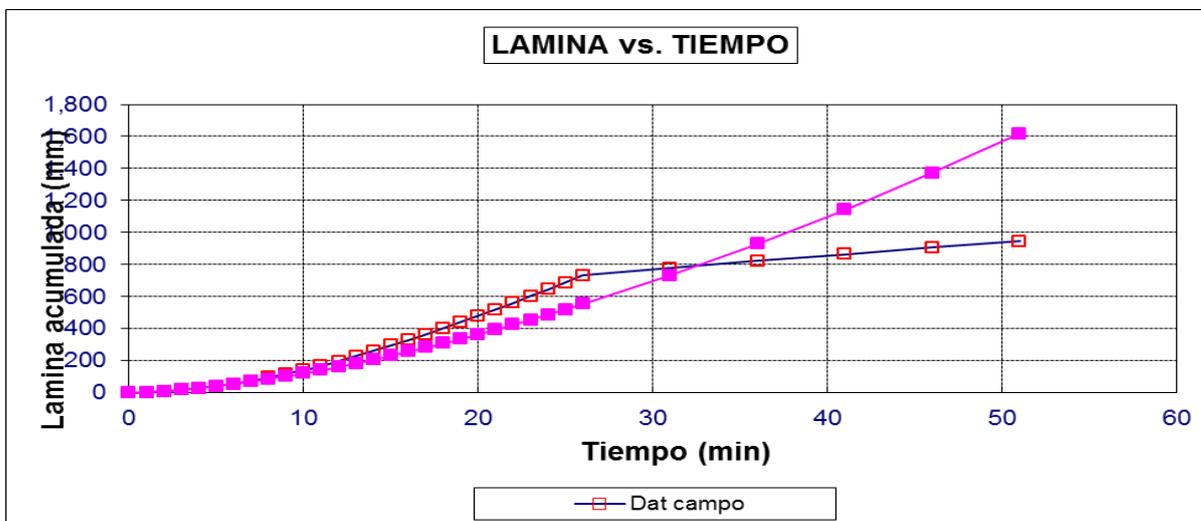


Gráfico 19. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

En el gráfico 19, determina que su infiltración es continua hasta el minuto 26 alcanzando una lámina acumulada de infiltración de 780mm, y desde el minuto 26 al minuto 51 se produce una saturación ya que su lámina acumulada es de apenas 200 mm, según; (García L, 1997)

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas arriba a suelo desnudo.

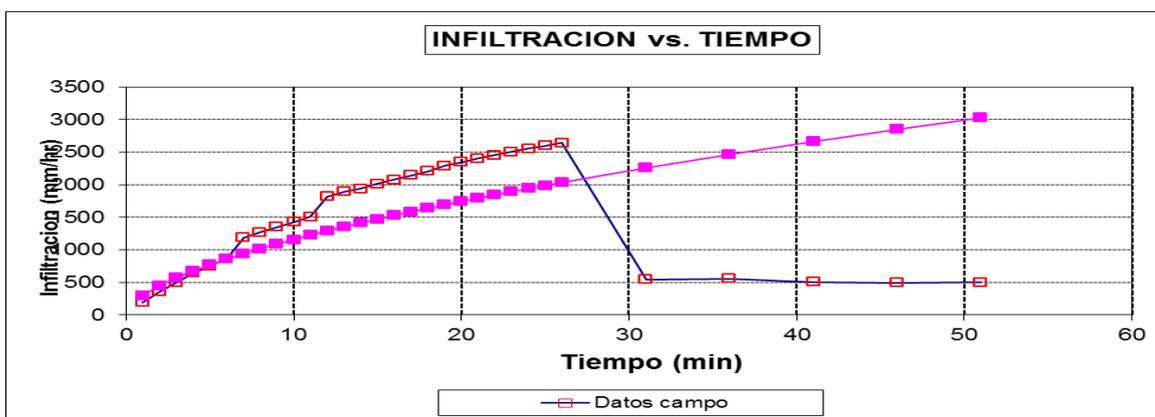


Gráfico 20. Infiltración vs Tiempo.

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el grafico 20, la determinación de la infiltración en el minuto 26 fue de 250 mm.

Y que a partir de los 26 minutos no existe infiltración si no escurrimiento, cuya expresión ratifica Aguilera y Martínez 1996.

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Arriba a Suelo Cubierto.

A suelo cubierto la lámina acumulada y la infiltración es mínima, ya que existe interrupción de la capa vegetal según expresa, GARCIA L, 1997 lo que se detalla en el grafico 21 y 22.

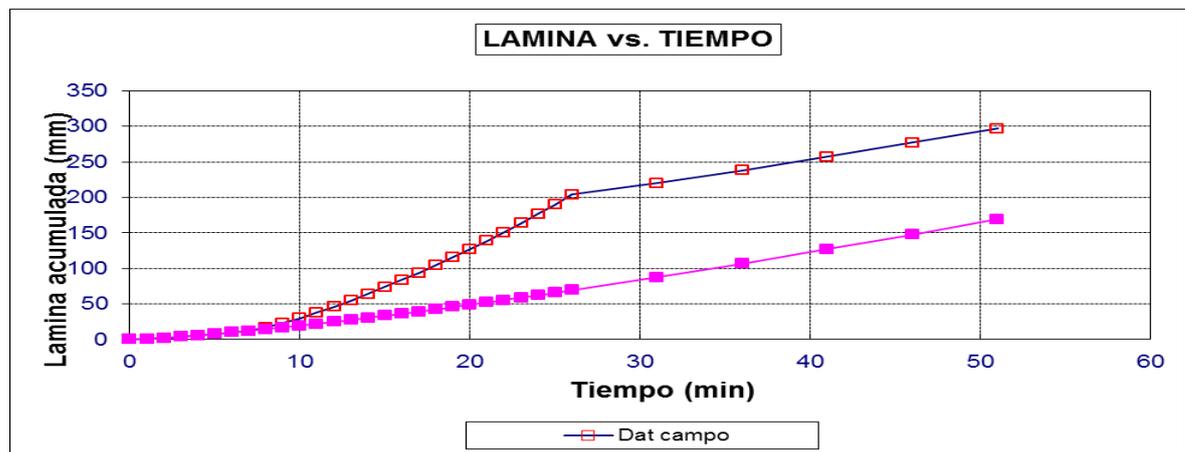


Gráfico 21. Lámina vs Tiempo
Elaboración: Tierra, R (2012)

Según, Garcia L, 1997 dice, que en suelo cubierto tien mayor retension de agua por su capa vegetal, siendo asi la lámina acumulada de infiltracion en elos terrenos del sector del rio Culluctus son al minuto 26 existe una lámina acumulada de 200 mm, el cual se logra tener una saturacion de suelo, momento en el cual se nota que no exsite infiltracion llegando al estado de saturacion en el suelo.

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas Arriba a Suelo Cubierto.

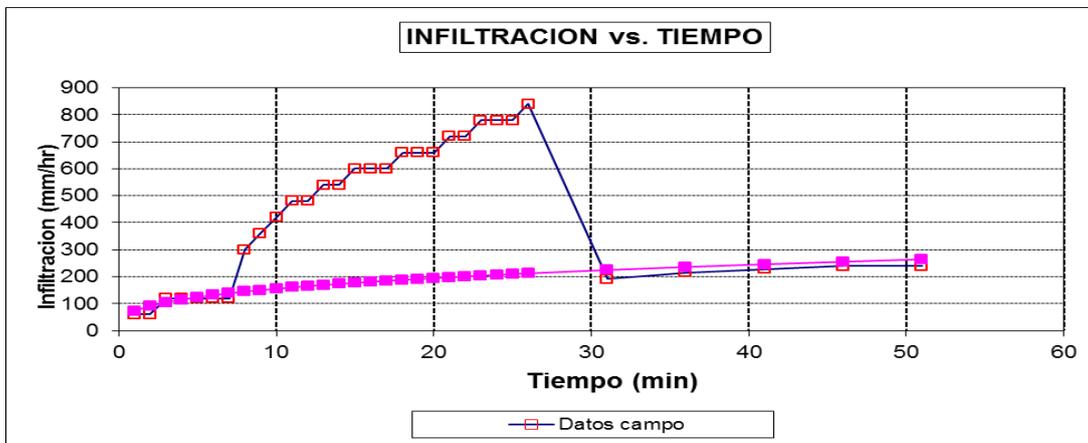


Gráfico 22. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

En el gráfico 22, la determinación de la infiltración en el minuto 26 fue 810 mm y que a partir de los 26 minutos no existe infiltración si no escurrimiento, cuya expresión ratifica (Aguilera y Martínez 1996).

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Desnudo.

Según García I, 2010. Dice un suelo desnudo tiene una mayor incidencia de infiltración gracias a su pendiente, con estos antecedentes en los suelos en estudio existe lámina acumulada vs, tiempo e infiltración vs, tiempo sometidos a una velocidad detallados en los gráficos 23 y 24.

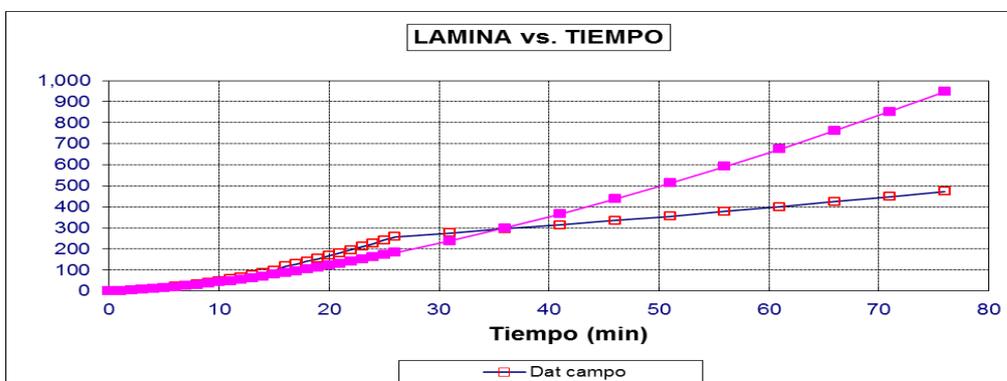


Gráfico 23. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Desnudo.

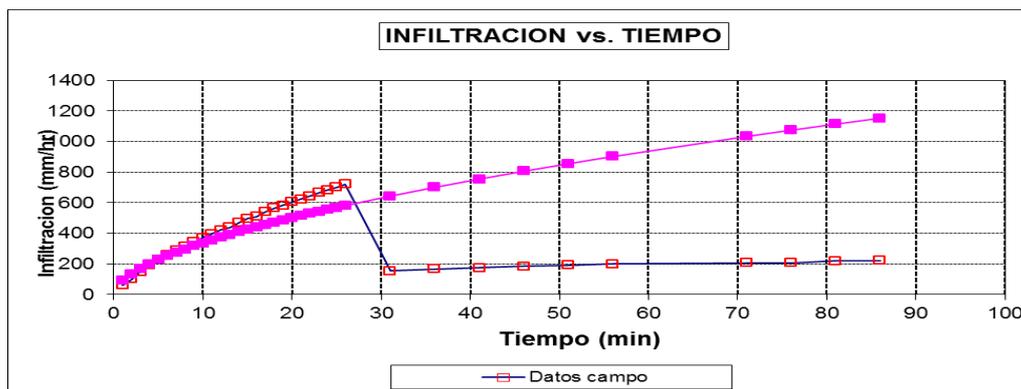


Gráfico 24. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

En el gráfico 24, demostramos que al minuto 26 existe una infiltración de 780 mm, y desde el minuto 26 deja de infiltrar produciéndose un escurrimiento hasta que se sature el suelo, cuya expresión ratifica (Aguilera y Martínez 1996)

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Cubierto

A suelo cubierto la lámina acumulada y la infiltración es mínima, debido a la interrupción de la capa vegetal según GARCIA I, 2010, se detalla en el gráfico 25 y 26.

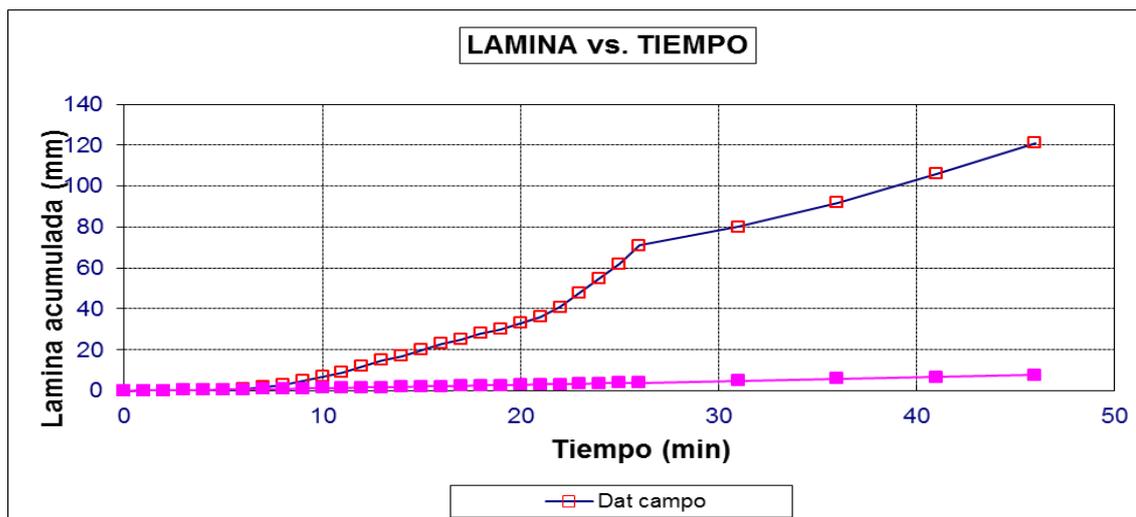


Gráfico 25. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como observamos en el grafico 25, durante los 26 minutos alcanza una lámina acumulada de 75 m, notándose inferior en comparación a un suelo desnudo, por efecto de retención de la capa vegetal que existe en el sitio de muestreo ratificado por(García L, 1997)

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Cubierto

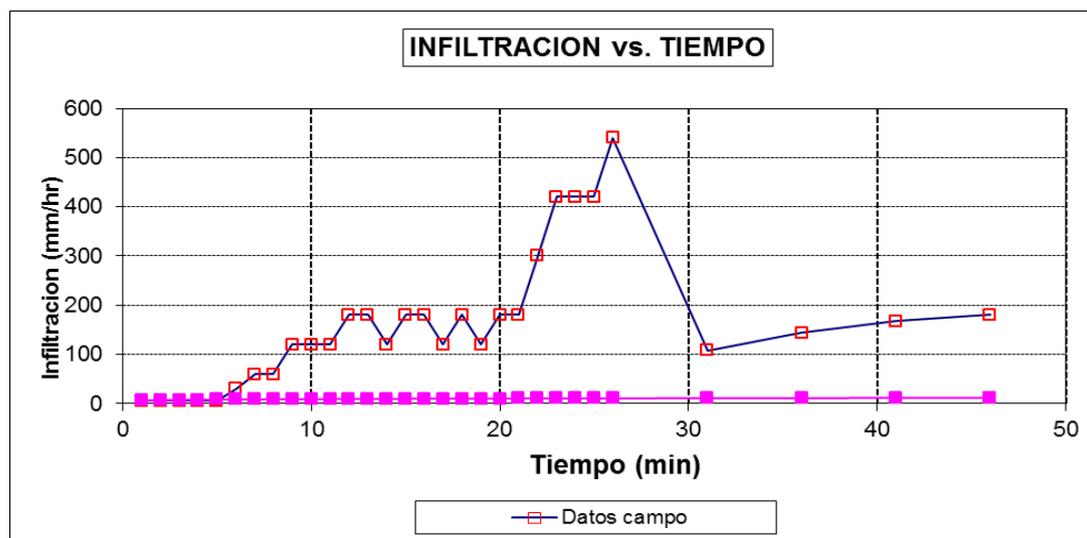


Gráfico 26. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos determinar en el grafico 26, los 5 primeros minutos se estabiliza la infiltración en 10 mm, los tres minutos subsiguientes hasta llegar al minuto 8 se logra determinar una velocidad de infiltración mayor llegando a los 70 mm, estabilizándose nuevamente por 3 minutos.

Del minuto 11 al 12 se nota un incremento de infiltración para nuevamente estabilizarse en 190 mm, y desde el minuto 13 hasta el 22 se produce una estabilización en 190 mm y del minuto 22 al 26 se vuelve a producir una infiltración de 300 mm, estabilizándose en el minuto 26. Esta infiltración es gobernada por las capas menos permeables aseverada por (Aguilera y Martínez 1996)

3) Rio Rayo.

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas arriba a suelo cubierto.

La lámina acumulada de aguas arriba a un suelo cubierto es mínima ya que no existe una buena infiltración por la interrupción del suelo cubierto.

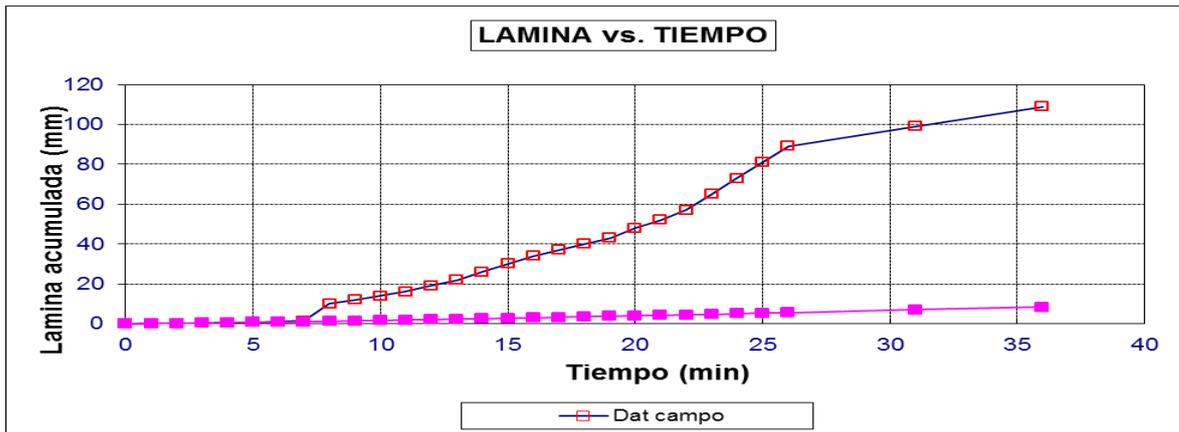


Gráfico 27. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como observamos en el gráfico 27, durante los 26 minutos alcanza 90 mm, notando una lámina inferior acumulada y desde el minuto 26 al 36 su lámina acumulada es mínima de 20 mm siendo este por efecto de retención de la capa vegetal que existe en el sitio de muestreo ratificado por (García Lozano, 1997)

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas arriba a suelo cubierto.

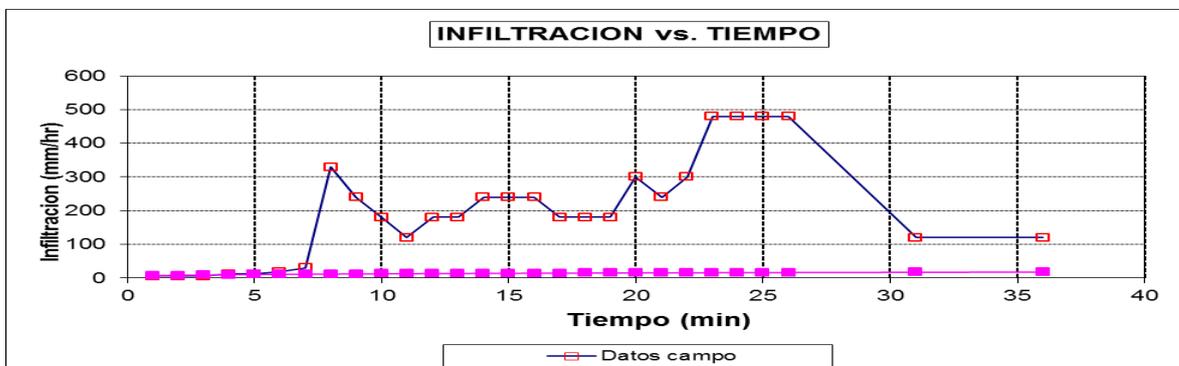


Gráfico 28. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

En los primeros 6 minutos su infiltración se estabiliza entre 1 a 10 mm, y la infiltración en el minuto 7 al 8 existe infiltración de 200 mm, esta alteración es provocada por su estructura porosa y desde la lectura 8 hasta la lectura 26 existe una infiltración de 400 mm y desde el minuto 26 deja de infiltrar provocando escurrimiento, esta infiltración es gobernada por las capas menos permeables aseverada por; (Aguilera y Martínez, 1996)

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Arriba a suelo desnudo.

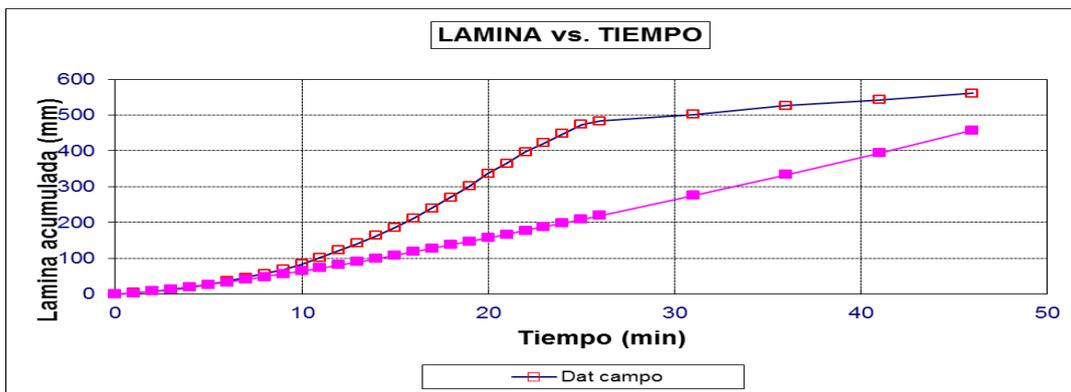


Gráfico 29. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Según, García Lozano, 1997 dice, que en suelo desnudo no tiene mayor retención de agua si no un mayor deslizamiento, siendo así la lámina acumulada es de 500 mm, al minuto 26, luego se produce una saturación del suelo, momento en el cual se nota que no existe infiltración, llegando al estado de saturación en el suelo.

Determinación de la Infiltración vs tiempo, Aguas Arriba a suelo desnudo.

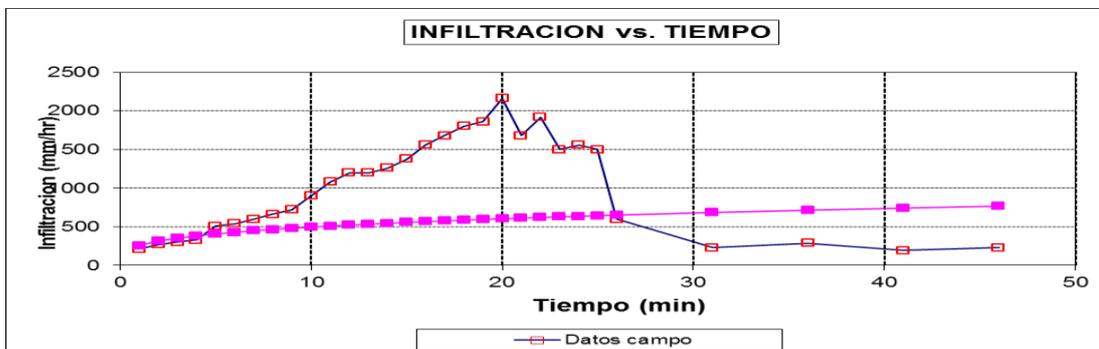


Gráfico 30. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

En el grafico 30 determinamos que desde el minuto 1 al 20 existe una infiltración de 1600mm, y desde el minuto 20 al 26 deja de infiltrar produciendo escurrimiento, quedándose en capacidad de campo, esta infiltración es gobernada por las capas menos permeables aseverada por; (Aguilera y Martínez 1996)

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Desnudo.

Según García Lozano 1997, Dice un suelo desnudo tiene una mayor incidencia de infiltración gracias a su pendiente, siendo así en los suelos de estudio existe lámina acumulada vs, tiempo e infiltración vs, tiempo sometidos a una velocidad detallada en los gráficos 31 y 32.

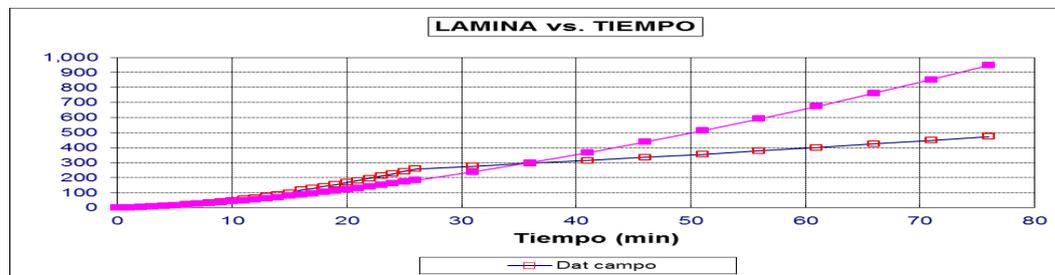


Gráfico 31. Lámina vs Tiempo
Elaboración: Tierra, R (2012)

En el grafico 31, demostramos que en los primeros 26 minutos existe una lámina acumulada de 290 mm, y desde el minuto 26 al 76 tenemos 200 mm de lámina acumulada quedándose en capacidad de campo. Aseverado por (García Lozano, 1997)

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Desnudo.

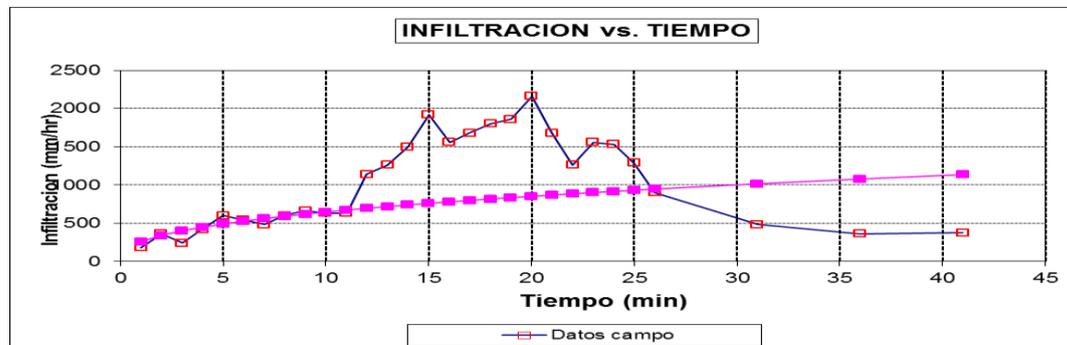


Gráfico 32. Infiltración vs Tiempo
Elaboración: Tierra, R (2012)

En el grafico 32, determinamos que en los primeros 10 minutos tenemos una infiltración de 600 mm, y desde el minuto 11 al 15 de 1400 mm y desde el minuto 15 al 20 apenas tenemos una infiltración de 100 mm, ya que aquí sufrió un desequilibrio, según (Aguilera y Martínez 1996) dice, la infiltración es gobernada por las capas menos permeables. Y por ultimo desde el minuto 20 deja de infiltrar provocando escurrimiento hasta quedar en capacidad de campo.

Determinacion de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Cubierto.

A suelo cubierto la lámina acumulada y la infiltración es mínima, ya que por su interrupción de la capa vegetal, se detalla en el grafico 33 y 34.

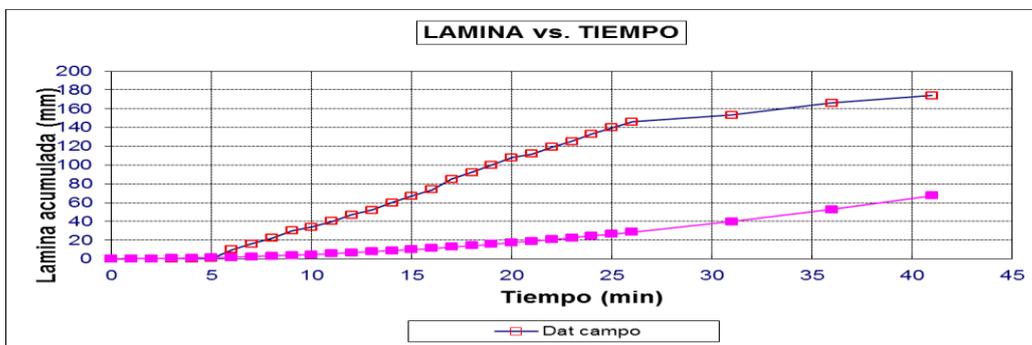


Gráfico 33. Lámina vs Tiempo
Elaboración: Tierra, R (2012)

Como observamos en el grafico 33, en los primeros 5 minutos su lámina acumulada es mínima dándonos 10 mm, y desde el minuto 5 al minuto 26 su lámina incrementa siendo de 140 mm, y desde el minuto 26 al 41 su infiltración es apenas de 30 mm quedándose en capacidad de campo.

Determinacion de la infiltracion vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Cubierto.

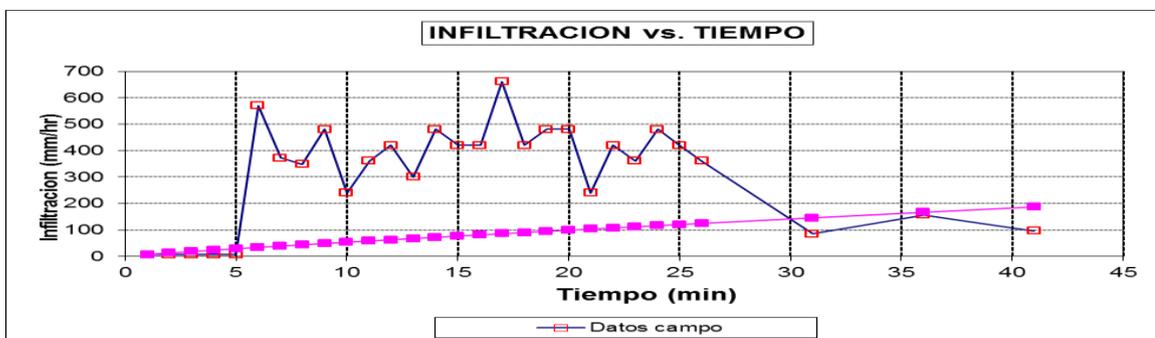


Gráfico 34. Infiltración vs Tiempo
Elaboración: Tierra, R (2012)

En los primeros 5 minutos su infiltracion es minima de apenas 10 mm, pero del minuto 5 al 6 su infiltracion es alta dandonos 550 mm, esto sucede cuando su estructura del suelo es porosa y desde el minuto 6 al 24 su infiltracion varia entre 200 a 300 mm, hasta quedarse en capacidad de campo.

4) Río Sicalpa.

El rio Sicalpa es el principal, dentro del proyecto hídrico, se determina aguas arriba y aguas abajo a suelo desnudo y a suelo cubierto .

Determinacion de la lámina vs tiempo, Aguas Arriba a Suelo Desnudo.

Según, (García Lozano, 1997) dice, si la intensidad de precipitación en la superficie del suelo ocurre a una tasa que excede la capacidad de infiltración, el agua comienza a estancarse y se produce la escorrentía sobre la superficie de la tierra, una vez que la cuenca de almacenamiento está llena.

Con estos antecedentes en suelos del sector del río Sicalpa, la infiltración es ligera, lo que detallamos en los gráficos 35 y 36.

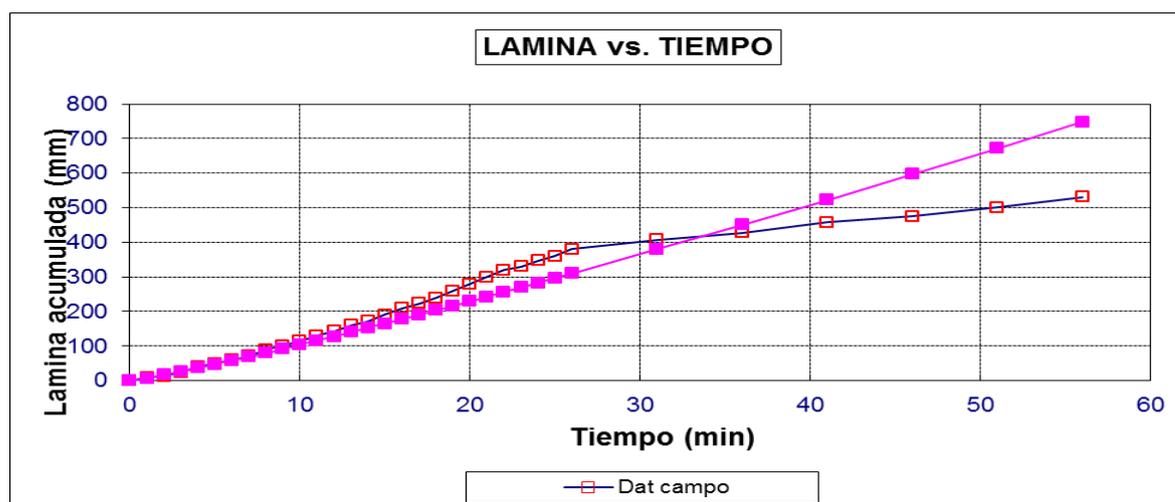


Gráfico 35. Lámina vs Tiempo
Elaboración: Tierra, R (2012)

En los primeros 26 minutos tenemos una lámina de infiltración de 400 mm, y desde el minuto 26 al 56 su lámina acumulada es mínima dándonos 120 mm, quedándose así en capacidad de campo.

Siendo este un suelo desnudo el cual tiene mayor incidencia de infiltración aseverado según (García Lozano, 1997.)

Determinacion de la infiltracion vs tiempo, Aguas Arriba a Suelo Desnudo.

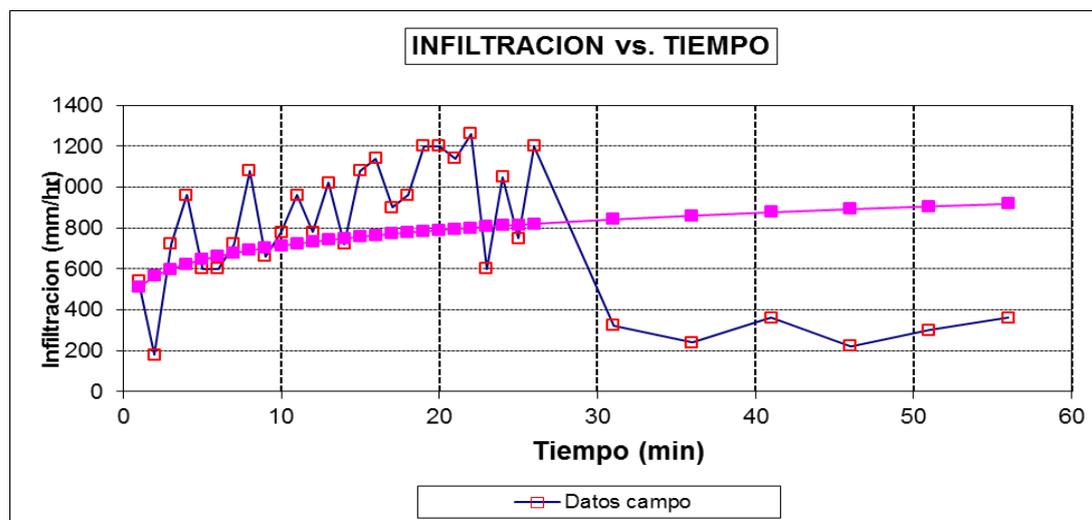


Gráfico 36. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Los suelos de este sector son franco arenosos, siendo estos de fácil infiltración, dándonos 1.200 mm en 26 minutos, y desde el minuto 26 se produce escurrimiento quedándose así en capacidad de campo. Esta infiltración es gobernada por las capas menos permeables aseverada por; (Aguilera y Martínez, 1996)

Determinación de la lámina vs tiempo, Aguas Arriba a Suelo Cubierto

Según la página (www.geologia.com): dice que factores que afectan la infiltración son las características del terreno o medio permeable. Con lo expresado en aguas arriba a un suelo cubierto la infiltración es poca ya que no tiene suficiente espacio de filtración. Lo que produce un escurrimiento que se demuestra en el gráfico 37 y 38.

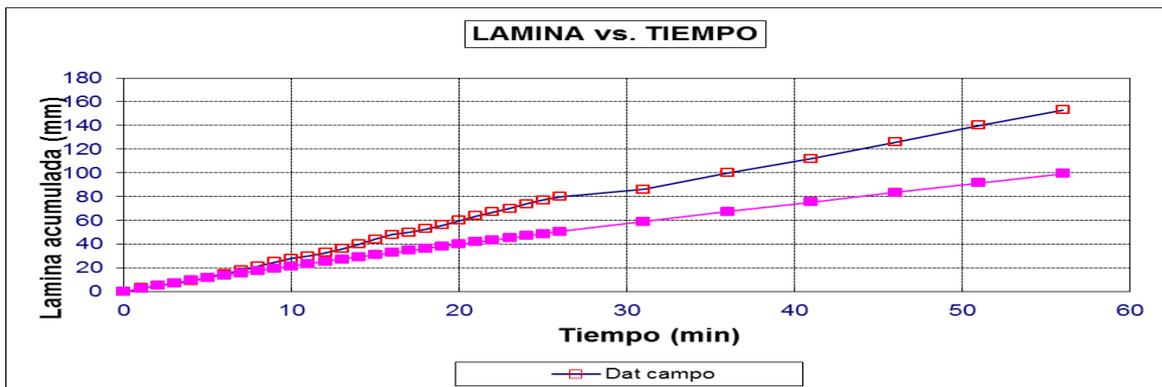


Gráfico 37. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Al minuto 26 tenemos una lámina acumulada de 80 mm, desde el minuto 26 al 56 existe una lámina acumulada de 70 a 80 mm quedándose así en capacidad de campo. Ya que sus factores que afectan la infiltración son las características del terreno o medio permeable según; la página (www.geologia.com):

Determinación de la infiltración vs tiempo, Aguas Arriba a Suelo Cubierto

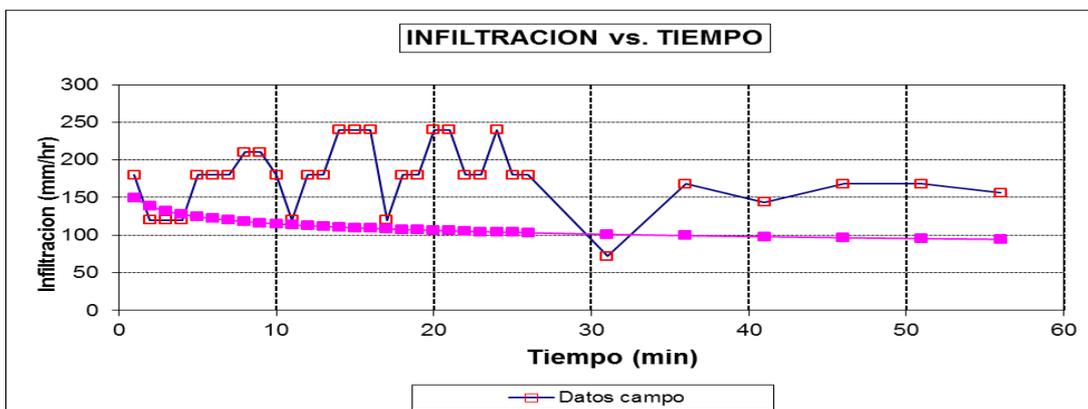


Gráfico 38. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

La infiltración en las primeras lecturas son variantes de 100 a 200 mm pero no muy pronunciadas pero a partir del minuto 26 se produce escurrimiento ocasionando capacidad de campo. Ya que sus factores que afectan la infiltración son las características del terreno o medio permeable según; la página (www.geologia.com):

Determinacion de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Desnudo.

Según García Lozano 1967. Dice un suelo desnudo tiene una mayor incidencia de infiltración gracias a su pendiente, un suelo desnudo tiene mas probabilidades de infiltracion ya que tiene toda su facultad de infiltrar, esto sucede por que su suelo esta totalmente descubierto.

Siendo así en los suelos en estudio existe lámina acumulada vs, tiempo e infiltración vs, tiempo sometidos a una velocidad, detallados en los gráficos 39 y 40.

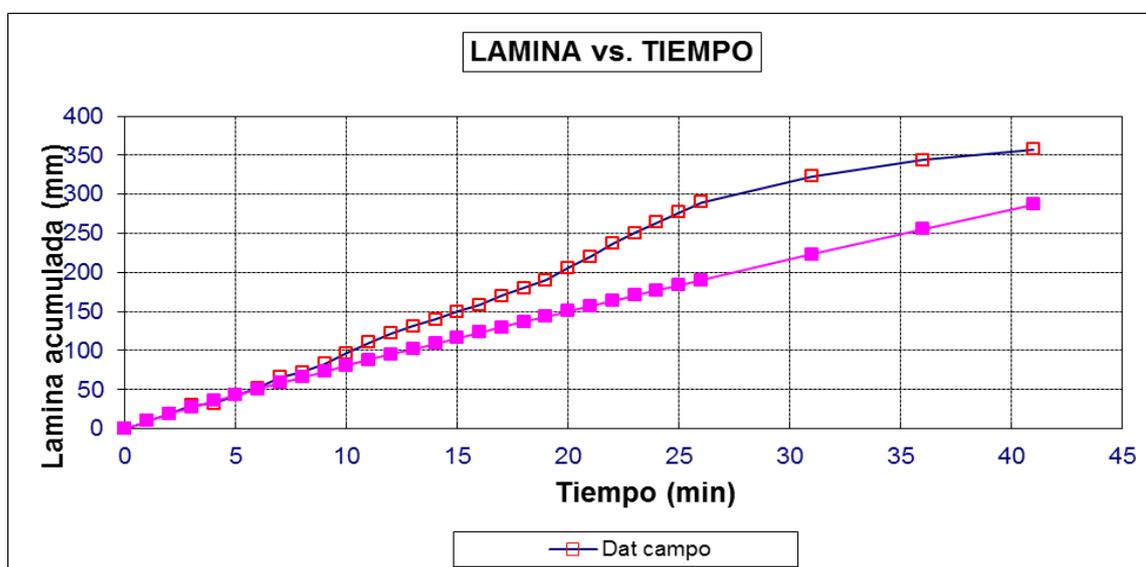


Gráfico 39. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

La lámina acumulada se incrementa en los primeros 26 minutos siendo de 300 mm, y desde el minuto 26 al minuto 41 su lámina acumulada es mínima de 50 mm, quedando así en capacidad de campo.

Determinacion de la infiltracion vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Desnudo.

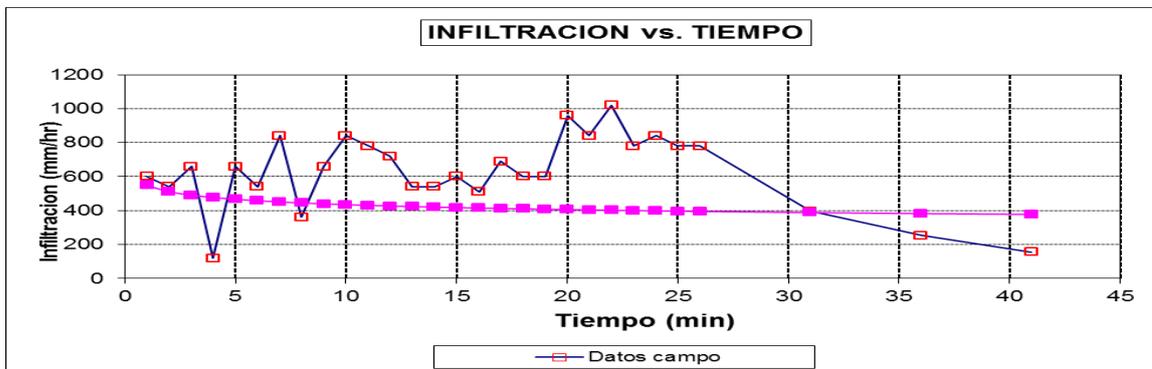


Gráfico 40. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

La infiltración en las primeras lecturas son entre 600 a 800 mm, siendo este el límite de infiltración, pero a partir del minuto 26 se produce escurrimiento, quedándose en capacidad de campo.

Determinacion de la lámina vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Cubierto.

Según la página www.geologia.com, dice que factores que afectan la infiltración son las características del terreno o medio permeable. Entonces en aguas abajo a un suelo cubierto la infiltración es poca ya que no tiene suficiente espacio para filtrar quedando así en su capacidad de campo, esto produce un escurrimiento que queda demostrado en el gráfico 41 y 42

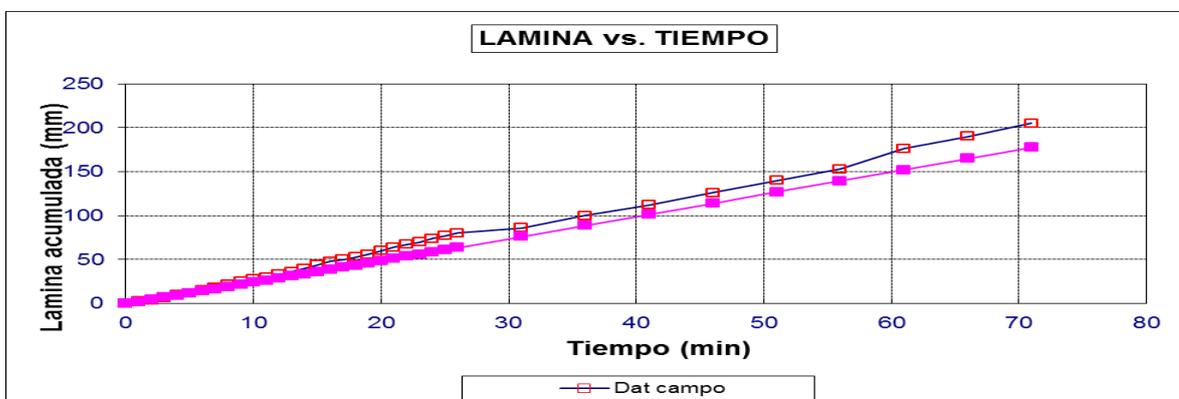


Gráfico 41. Lámina vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

En el grafico 41, determinamos que la lámina acumulada en el minuto 26 es de 80 mm y desde el minuto 26 al minuto 61 tenemos una lámina acumulada de 100 mm, quedando con una lámina acumulada total de 200 mm de agua, luego al minuto 76 llega a capacidad de campo.

Determinacion de la infiltracion vs tiempo, Aguas Abajo a Suelo Cubierto.

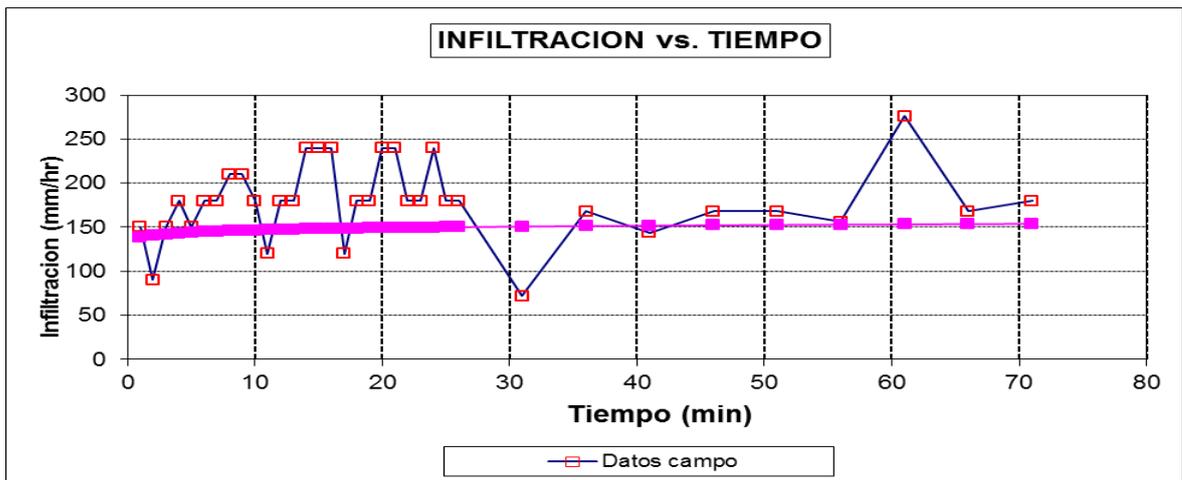


Gráfico 42. Infiltración vs Tiempo

Elaboración: Tierra, R (2012)

Las primeras lecturas de 1 minuto hasta el minuto 26 existe una infiltración de 100 a 150 mm, desde el minuto 26 al minuto 31 se da una infiltración acelerada ya que depende de la porosidad del suelo según, (García Lozano, 1967), luego desde el minuto 31 al minuto 71 ya no se da infiltración, pero se da un escurrimiento que provoca la capacidad de campo.

b. Escorrentía.

En la prueba de escurrimiento se realizara mediante la simulación de precipitación, valiéndonos de la información obtenida de los pluviómetros caseros, para esta prueba de escurrimiento se realizo muestreando lotes de aguas arriba y aguas abajo, practicas realizadas a suelo desnudo y a suelo cubierto.

1) Río Batan.

Según (Ávila y Parker, 2009). La escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo éste flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.

De lo anterior y poniendo énfasis en la recomendación, tenemos la descripción y discutimos en el cuadro 10 y grafico 43.

Cuadro 10. Esgurrimiento en porcentaje de aportación para el río Batan.

Rio	Aguas	Estado	Esgurrimiento (mm)	Esgurrimiento %
Batan	Arriba	Desnudo	10.5	9.95
	Arriba	Cubierto	34.5	32.70
	Abajo	Desnudo	9.7	9.19
	Abajo	Cubierto	24	22.75
Total			78.7	74.60

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el cuadro 10, se obtuvo el resultado para el río Batan, el escurrimiento aguas arriba a suelo desnudo un 9.95 %, y aguas arriba a suelo cubierto un 32.7 % para aguas abajo a suelo desnudo tiene un 9.1 %, y aguas abajo a suelo cubierto aporta un 22.75 %.

En su totalidad de aportación de agua escurrida al río es de 74.6 % aguas arriba y aguas abajo en suelo cubierto y desnudo, según (Águila y Parker, 2009). La escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.



Gráfico 43. Escurrimiento del río Batan

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el gráfico 43, sobre la aportación de agua por escorrimento en el río Batan, aguas arriba a suelo desnudo tiene un 9.95 %, y aguas arriba a suelo cubierto un 32.7 %.

La aportación es mas en suelo cubierto porque no se produce infiltración por tener el suelo cubierto y apelmazado lo que permite dar escorrimento.

Aguas abajo en suelo desnudo se da una aportación de 9.1 %. Mientras que a suelo cubierto una aportación de 22.7 % ratificado por (Ávila y Parker. 2009). Dice la escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.

2) Río Culluctus.

Según (Ávila y Parker, 2009). La escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo éste flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua. Haciendo énfasis la recomendación, tenemos la descripción y discutimos en el cuadro 11 y gráfico 44.

Cuadro N° 11: Esgurrimento en porcentaje de aportación para el río Culluctus.

Rio	Aguas	Estado	Esgurrimento (mm)	Esgurrimento %
Culluctus	Arriba	Desnudo	9.75	9.24
	Arriba	Cubierto	33	31.28
	Abajo	Desnudo	12	11.37
	Abajo	Cubierto	20	18.96
Total			74.75	70.85

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el cuadro 11, se obtuvo el resultado para el río Culluctus, el esgurrimento aguas arriba a suelo desnudo un 9.24 %, y aguas arriba a suelo cubierto un 31.28 % para aguas abajo a suelo desnudo tiene un 11.37 %, y aguas abajo a suelo cubierto aporta un 18.96 %.

En su totalidad de aportación de agua esgurrida al río es de 70.85 % aguas arriba y aguas abajo en suelo cubierto y desnudo, según (Avila y Parker, 2009). La esgurrería comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.

**Gráfico 44. Esgurrimento del río Culluctus.**

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el gráfico 44, sobre la aportación de agua por escurrimiento en el río Batán, aguas arriba a suelo desnudo tiene un 9.24 %, y aguas arriba a suelo cubierto un 31.28 %.

La aportación es más en suelo cubierto porque no se produce infiltración por tener el suelo cubierto y apelmazado lo que permite dar escurrimiento.

Aguas abajo en suelo desnudo se da una aportación de 11.37 %. Mientras que a suelo cubierto una aportación de 18.96 % ratificado por (Ávila y Parker, 2009). Dice la escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.

3) Río Rayo.

Según (Ávila y Parker, 2009). La escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua. Haciendo énfasis en lo anterior, tenemos la descripción y discutimos en el cuadro 12 y gráfico 45.

Cuadro N° 12: Escurrimiento en porcentaje de aportación para el río Rayo.

Río	Aguas	Estado	Escurrimiento (mm)	Escurrimiento %
Rayo	Arriba	Desnudo	10.5	9.95
	Arriba	Cubierto	32	30.33
	Abajo	Desnudo	7.5	7.11
	Abajo	Cubierto	21.5	20.38
Total			71.5	67.77

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el cuadro 12, se obtuvo el resultado para el río Rayo, el escurrimiento aguas arriba a suelo desnudo un 9.95 %, y aguas arriba a suelo cubierto un 30.33 % para aguas abajo a suelo desnudo tiene un 7.11 %, y aguas abajo a suelo cubierto aporta un 20.38 %.

En su totalidad de aportación de agua escurrida al río es de 67.77 % aguas arriba y aguas abajo en suelo cubierto y desnudo, según (Avila y Parker, 2009). La escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.



Grafico 45. Escurrecimiento en el río Rayo.

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el grafico 46, sobre la aportación de agua por escurrimiento en el río Culluctus, aguas arriba a suelo desnudo tiene un 9.95 %, y aguas arriba a suelo cubierto un 30.33%.

La aportación es mas en suelo cubierto porque no se produce infiltración por tener el suelo cubierto y apelmazado lo que permite dar escurrimiento.

Aguas abajo en suelo desnudo se da una aportación de 7.11 %. Mientras que a suelo cubierto una aportación de 20.38 % ratificado por (Avila y Parker. 2009). Dice la escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo

contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.

4) Río Sicalpa

Según (Ávila y Parker, 2009). La escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo éste flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua. Haciendo énfasis la recomendación, tenemos la descripción y discutimos en el cuadro 13 y grafico 46.

Si bien es que el río Sicalpa, es donde depositan las aguas de los tres afluentes tenemos una acumulación expresado en porcentaje de agua escurrida.

Cuadro N° 13: Ecurrimiento en porcentaje de aportación para el río Sicalpa.

Río	Aguas	Estado	Ecurrimiento (mm)	Ecurrimiento %
Sicalpa	Arriba	desnudo	10.5	10
	Arriba	cubierto	27	26
	Abajo	desnudo	9.7	9
	Abajo	cubierto	19	18
Total			66.2	63

Elaboración: Tierra, R (2012)

Como podemos observar en el cuadro 13, se obtuvo el resultado para el río Sicalpa, el escurrimiento aguas arriba a suelo desnudo un 10 %, y aguas arriba a suelo cubierto un 26 % para aguas abajo a suelo desnudo tiene un 9 %, y aguas abajo a suelo cubierto aporta un 18%.

En su totalidad de aportación de agua escurrida al río es de 63 % aguas arriba y aguas abajo en suelo cubierto y desnudo, según (Ávila y Parker, 2009). La escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa

y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.

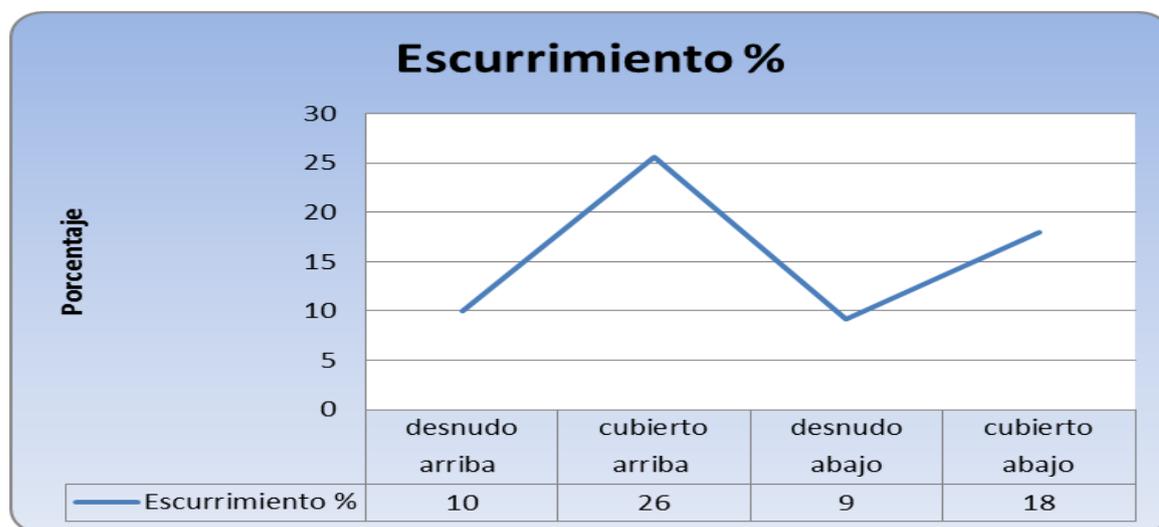


Grafico 46. Escurrimiento en el río Sicalpa

Como podemos observar en el grafico 46, sobre la aportación de agua por escurrimiento en el río Sicalpa, aguas arriba a suelo desnudo tiene un 10 %, y aguas arriba a suelo cubierto un 26%.

La aportación es mas en suelo cubierto porque no se produce infiltración por tener el suelo cubierto y apelmazado lo que permite dar escurrimiento.

Aguas abajo en suelo desnudo se da una aportación de 9 %. Mientras que a suelo cubierto una aportación de 18 % ratificado por (Ávila y Parker. 2009). Dice la escorrentía comprende el exceso de la precipitación que se almacena después de una lluvia intensa y que se mueve libremente por la superficie del terreno, todo este flujo contribuye para alimentar y aumentar el caudal que circula por las corrientes principales de agua.

Objetivo 2.

Para el objetivo 2: Establecer el caudal ecológico en diferentes niveles y el caudal óptimo para satisfacer las necesidades en el vivero forestal del gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Colta. Se estableció lo siguiente.

Para establecer el caudal ecológico en diferentes niveles y el caudal óptimo para satisfacer las necesidades en el Vivero Forestal, se basó en la oferta hídrica del mes que tiene menos caudal aguas abajo ya que presenta la menor cantidad de agua utilizable misma que sirve para realizar los diseños de ofertas hídricas de proyectos agroproductivos.

Según; el plan hidrológico de la cuenca del río Ebro (España) dice, el 10 a 30% de su total de agua es representativo para proyectos hídricos, siendo así nos basamos y realizamos el proyectos de diseño del vivero forestal. En este se ocupara el caudal de uso, del mes de menos oferta hídrica.

Cuadro N° 14: Caudales del río Sicalpa Aguas Abajo.

FECHA MENSUAL	Q=lt/sg	Q. uso	Q. ecológico
JULIO	102.79	10.28	92.51
AGOSTO	96.46	9.65	86.82
SEPTIEMBRE	187.53	18.75	168.78
OCTUBRE	466.11	46.61	419.50
NOVIEMBRE	723.70	72.37	651.33
DICIEMBRE	571.17	57.12	514.05
TOTAL PROMEDIO	357.96	40.09	322.17

Elaboración: Tierra, R (2012)

Para satisfacer las necesidades del vivero forestal municipal, se utilizo el caudal del mes de menos oferta hídrica, en este caso es el mes de Agosto.

Al caudal total se lo divide el 10% para caudal de uso y el 90 % para caudal ecológico siendo así tenemos lo siguiente:

Para el caudal total tenemos un 96.46 lt/sg , para un caudal de uso 9.65 lt/sg ya que con este caudal se trabajara y se utilizara para satisfacer las necesidades del vivero Forestal Municipal del Cantón Colta, y como caudal ecológico tenemos un 86.82 lt/sg ya que este caudal seguirá su trayectoria hasta conectarse con otro cause.

1. Diseño de Dotación de agua para el Vivero Forestal Municipal del Cantón Colta.

La presente investigación pretende dotar agua en forma equitativa y eficiente para el vivero forestal.

Para el diseño de dotación de agua del vivero se baso de los datos finales tomados de los diferentes ríos con sus respectivos caudales.

a. Diseño agronómico del Invernadero

El invernadero esta diseñado para construir 24 camas de 7 m x 1.2 m de ancho con 0.50m entre camas un camino en la mitad entre camas de 1 m de ancho.

b. Diseño hidráulico del invernadero

Según, el Catalogo AMANCO Plastigama División agrícola, tenemos recomendaciones para la utilización de la implementación de sistemas de riego. En el cuadro 15 muestra el tipo de nebulizador utilizado tiene una cobertura de 360⁰ de circulo completo el mismo que puede ser montado boca arriba o boca abajo dándonos un rocío fino ideal para semilleros y cultivos delicados, la característica principal de este nebulizador es que la boquilla no produce interferencia en el rocío por lo que el emisor no forma gotas que pueden dañar al semillero o cultivos. La boquilla es en forma de T desmontable para una limpieza sumamente rápida y fácil. El mismo que por sus condiciones técnicas

se utilizara para los riegos en el invernadero en el manejo de semillas para su germinación hasta el repique de las plántulas.

Cuadro 15. Especificaciones técnicas nebulizador

T-SPRAY Boquilla 7 (Lima) R/M ½”

Presión de trabajo (psi)	10
Caudal (GPM)	1.34
Diámetro a 0.50m	5.19

Calculo para el número de nebulizadores.

De acuerdo a la información técnica antes indicada podemos determinar que el nebulizador que acciona un diámetro de 5.19m cuando se utiliza una presión dinámica de 10 psi. El invernadero tiene una longitud de 15m, de acuerdo a los cálculos se determina que nos entran 3 líneas de riego.

3. Diseño agronómico del Umbráculo.

El umbráculo tiene una longitud de 512.6 m² está diseñado para construir 44 camas de 9.5 m x 1.2 m de ancho con 0.5 m entre camas y un camino en la mitad de 1 m de ancho.

a. Diseño hidráulico del Umbráculo

En el cuadro 16 muestra el tipo de aspersor a utilizar el mismo que tiene una cobertura de un diámetro mayor, la patente del aspersor WOBBLER (cabeza local) es la única de acción rotativa central, que proporciona una notable uniformidad a bajas presiones. Por su suave aplicación no compacta el suelo, por lo que es muy superior a otros emisores, haciendo más fácil que el agua penetre en el suelo. Menos pérdida de agua con una aplicación inmediata parecida a una lluvia natural. El WOBBLER realiza un gran trabajo porque envía el agua al suelo, a la zona de las raíces y no al follaje.

Cuadro N° 16: Especificaciones técnicas del aspersor**WOBBLER Boquilla 10 (Turquesa) R/M ¾"**

Presión de trabajo (psi)	10
Caudal (GPM)	2.22
Diámetro a 0.50m	12.82

Calculo para el número de Aspersores

El aspersor wobbler con presión de trabajo de 10 psi tiene un diámetro de 12.82m, por lo tanto como el invernadero tiene un ancho de 15m, de acuerdo a los cálculos se determina que nos entraran 3 líneas de aspersores.

Determinar de la presión de la bomba para el vivero forestal**Cuadro N° 17: Requerimientos de presión del vivero para cálculo de la bomba**

Perdida de carga calculadas para el umbráculo e invernadero m.c.a.	
Sub total	1.68
20% seguridad	0.33
Total perdidas (mca)	2.01
Requerimiento de presión emisores	6.89
TOTAL mca	8.90

mca: metros de columna de agua

a. Calculo del caudal

Etc: 3.5 mm

$$A_1 = 300 \text{ m}^2 \times 3.5 \text{ mm}$$

$$A_1 = 1050 \text{ mm/día}$$

$$A_2 = 740 \text{ m}^2 \times 3.5 \text{ mm}$$

$$A_2 = 2590 \text{ mm/día}$$

$$A_T = A_1 + A_2$$

$$A_T = 1050 \text{ mm/día} + 2590 \text{ mm/día}$$

$$A_T = 3640 \text{ mm/día}$$

b. Calculo del reservorio

Requerimiento de agua para riego en el vivero 3640 l/día

Turnos de riegho 2 por semana

Turnos de riego por mes 8

$$V_{\text{Rserv}} = 3640 \text{ l/día} \times 8 \text{ veces/mes}$$

$$V_{\text{Rserv}} = 29120 \text{ l/mes}$$

$$V_{\text{Rserv}} = 29.12 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Rserv}} = 30 \text{ m}^3$$

4. Caudal de uso del Río Sicalpa

$$Q_{\text{uso}} = 9.6 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{uso}} = 9.6 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s}$$

$$Q_{\text{uso}} = 34668 \text{ l/h}$$

$$Q_{\text{uso}} = 34668 \text{ l/h} \times 8 \text{ horas}$$

$$Q_{\text{uso}} = 277344 \text{ l/día}$$

$$Q_{\text{uso}} = 277344 \text{ l/día} / \text{Etc } 3.5 \text{ l/m}^2$$

$$Q_{\text{uso}} = 79241 \text{ m}^2$$

El Q_{uso} de 9.6 l/s, abastece para regar una área de 7.92 ha.

Para nuestro vivero que posee un área de 1040 m², necesitamos un caudal de uso de 0.44 l/s.

VI. CONCLUSIONES.

1. Se determinó la oferta hídrica del río Sicalpa con un caudal total de 488.99 l/s, a este río le alimentan los afluentes, como el río Batan con un 56.34 l/s, río Culluctus con un 230.37 l/s, y el río Rayo con un 203. 47 l/s. Existe un 70 % de contribución de agua escurrida de los tres afluentes, al río Sicalpa.
2. En el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Colta existe el sistema ambiental donde consta el proyecto de protección de las captaciones de agua. Siendo así la determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa aporta a una política de gestión eficiente del recurso agua con énfasis en la protección de las cuencas, así mismo regular y ordenar el otorgamiento de nuevas autorizaciones de uso de agua para consumo humano, riego, abrevaderos de acuerdo a la disponibilidad real de agua obtenida en el estudio.
3. En los meses de estudio se tiene un promedio semestral de caudal ecológico y caudal de uso, de los afluentes y del río Sicalpa estos son: río Batan caudal de uso de 6 l/s y caudal ecológico de 50.71 l/s, para el río Culluctus un caudal de uso de 26.93 l/s, y un caudal ecológico de 207.33 l/s, y para el Río Rayo un caudal de uso de 18.67 l/s, y caudal ecológico 183.13 l/s y para el río Sicalpa aguas arriba un caudal de uso de 51.41 l/s y un caudal ecológico de 440.09 l/s y para aguas abajo su caudal de uso de 40.09 l/s y un caudal ecológico de 322.17 l/s. El caudal a disminuido en el río Sicalpa aguas abajo, por demanda de uso para consumo humano, para la agricultura, abrevaderos de animales.
4. Se diseña un vivero forestal que posee un área de 1040 m², con las instalaciones agronómicas e hidráulicas, se determina que necesitamos un caudal de 0.44 l/s que corresponde al 1 % del caudal de uso identificado en el estudio la cual da factibilidad para realizar el proyecto de instalación del vivero.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda seguir haciendo estudios de la oferta hídrica del río Sicalpa y sus afluentes, para empezar a entender su comportamiento y tener una mejor perspectiva del uso en tiempo y espacio, pues como el estudio demuestra el caudal que aporta para los diferentes usos, son de gran importancia siendo necesario mantener esta información actualizada para poder tomar decisiones futuras de proyectos hídricos.
2. En los próximos años aumentara la demanda de agua en sus diferentes usos, siendo importante el monitoreo constante de la oferta ya que es probable que el recurso puede reducirse aceleradamente ya sea por motivos del avance de la frontera agrícola o incremento de la actividad ganadera, como también de la silvicultura y efectos globales como el cambio climático.
3. Es necesario, revisar y regularizar los derechos de aprovechamiento de las aguas de riego y el reparto interno en los sistemas de riego respetando los principios del recurso agua, es importante una adecuada gestión del recurso hídrico teniendo en cuenta a todos los actores del territorio, sus derechos y obligaciones, que faciliten un proceso participativo en la toma acertada de decisiones.
4. Establecer un sistema regulado para la dotación de agua en los viveros forestales, y que se pueda regular y ordenar los abusos, malos usos e irregularidades en el uso y manejo del agua y la infraestructura en todos los sistemas de riego.

VIII. ABSTRACTO.

La presente investigación propone: Determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa, para la definición de políticas del uso óptimo del agua en el cantón Colta Provincia de Chimborazo, desde el mes de Julio a Diciembre, y establecer el caudal ecológico y óptimo para satisfacer las necesidades del vivero forestal municipal del Cantón Colta. Utilizando la metodología sofisticada del molinete electrónico, Como resultado: se determinó la oferta hídrica del río Sicalpa con un caudal total de 488.99 l/s. A este río le alimentan los afluentes, como el río Batan con un 56.34 l/s, río Culluctus con un 230.37 l/s, y el río Rayo con un 203.47 l/s. Existe un 70 % de contribución de agua escurrida de los tres afluentes al río Sicalpa. En el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón existe el sistema ambiental donde consta el proyecto de protección de las captaciones de agua. La determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa aporta una política de gestión eficiente del recurso agua con énfasis en la protección de las cuencas, para regular y ordenar el otorgamiento de nuevas autorizaciones de uso de agua para consumo humano, riego abrevaderos etc. De acuerdo a la disponibilidad real de agua obtenida. Se diseña un vivero forestal que posee un área de 1040 m², con instalaciones agronómicas e hidráulicas. Se determina que se necesita un caudal de 0.44 l/s que corresponde al 1 % del caudal de uso identificado en el estudio el cual da factibilidad para realizar el proyecto de instalación del vivero.

IX. SUMMARY.

This research proposes: Determination of the Sicalpa river water offer for the definition of the policy the water optimum use in Colta, Chimborazo province, from July to December, and establish the ecological supply to satisfy the needs of the Colta municipal forestry hatchery.

By using the sophisticated methodology of electronic small mill. As a result: it was determined the Sicalpa river water offer with a total volume of fluid of 488.99 l/s.

This river is by some branches such as the Batan river with a 56.34 l/s, Culluctus one with a 230.37 l/s, and the Rayo one with 203.47 l/s. it exists a 70% of contribution of filtered water of the three branches to the Sicalpa river. In both the development plan and territorial ordering of Colta exists the ecological system where the protection project of the water takings is considered. Thus, the determination of the Sicalpa water offer confers an efficient handling water policy stressed on the valley protection to regulate and order the giving of new authorizations of water use to be used up by humans, irrigation, watering places for cattle, etc, according to the real availability of the gotten water.

It has been designed a forestry hatchery having an area of 1040 m² with both agronomic and hydraulic installations.

It is determined that a volume of fluid of 0.44 l/s is needed and corresponds to the 1% of the volume of fluid of identified use in the study which gives raise to the feasibility to perform the project of installation of the hatchery.

X. BIBLIOGRAFÍA.

1. AVILA Y PARKER. 2009 Estudiantes del 8vo Semestre de Educación Mención Ciencias Sociales, universidad de Carabobo, escorrentía precipitación y unidades. Pág., 39-81
2. AGUILERA Y MARTÍNEZ (1996) métodos de riego provincia de Imbabura Pág., 16-19
3. CAMAREN, 2005. Guía metodológica de inventarios de recursos hídricos Azogues Cañar – Ecuador
4. Covich(1995), precipitaciones, escurrimiento, infiltración rio Colombia- Bogotá
5. Datum WGS 84.
6. Cartografía base del Instituto ecuatoriano de estadística y censo 2010.
7. Catalogo AMANCO Plastigama División agrícola.
8. DIAZ P, 2008. Inventariacion de caudales para determinar el balance hídrico Pág. 27-37
9. Datos meteorológicos de la estación meteorológica ESPOCH 2012
10. Enciclopedia. Caudal (fluido) en línea [http://es.wikipedia.org/wiki/Caudal_\(fluido\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Caudal_(fluido))
11. Plan hidrológico de la Cuenca del río Ebro (España) 2010.
12. GARCIA LOZANO. 1967 Hidráulica agrícola riegos métodos Ecuador. Pág. 73-81
13. GRAHAM, L. E., J. M. Graham, and L. W. Wilcox. 2003. Plant Biology. Prentice Hall, Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, NJ. 497 pp.
14. JUAN LEON R. Modelación matemática para la velocidad de infiltración, lámina de infiltración 2012.
15. Microsoft Encarta 2009, recursos hídricos Ecuador.
16. NICOLAY AGUIRRE M, 2007. Manual para el manejo sustentables de las cuencas Hidrográficas
17. Ciencias ecología ejercicios proyectos y casos Gestión y Planificación de Aguas, Zaragoza, 14-18 septiembre 1998. En línea ocw.um.es › Ciencias › Ecología de Aguas Continentales
18. Oferta y demanda de agua, implicaciones para los sistemas fluviales mediterráneos
19. OMM. Guía de prácticas Hidrológicas 1994

20. PÉREZ K 2007, Estimación de la oferta hídrica en la cuenca alta del río pita mediante el uso de herramientas geo informáticas, Sangolquí – Ecuador diciembre. Pág. 60-63
20. Siso G y Cunill P, 2002. Caudal efluente y afluente Quito. Pág. 60-63
21. www.web Unesco.org. ug VI Jornadas. A13 pdf
22. www. guayllabamba caudales ecológicos.
23. www.ciencias ecología ejercicios proyectos y casos 1998
24. www.com Aforo Molinete.
25. www.concurso propiedades volumen 2005
26. www.cosas practicas pluviómetro casero .com
27. www.encyclopedia.Caudal
28. www.en colombia.com medio ambiente.
29. www.es.wikipedia.org.
30. www.fluidos.eia.edu
31. www.fao.com
32. www.rregar.com. información técnica de riego infiltración del agua en el suelo.
33. www. referencia.com definición aforo.

XI. ANEXOS.

SOCIALIZACIÓN

FOTO 1. Conversatorio con los dirigentes de las comunidades.



FOTO 2. Salida de campo



FOTO 3. Recorrido del Río Principal



FOTO 4. Recorrido de los Afluentes



FOTO 5. Sitio de verificación para aforamiento de caudal con el director de tesis Ing. Juan León Ruíz



FOTO 6. DEFINICIÓN DEL SITIO



FOTO 7. Sitio de medición para realizar los aforamiento



FOTO 8. Medición del ancho del hecho del río Sicalpa.



INSTALACIÓN DE PLUVIÓMETROS CASEROS.

FOTO 9. Pluviómetro 1



FOTO 10. Instalación del Pluviómetro casero 2



AFORAMIENTO DE LOS RÍOS

FOTO 11. Aforamiento de los ríos con el Mollinette



FOTO 12. Toma de datos



FOTO 13. Verificación de la toma de Datos



FOTO 14. Medición de caudales con los estudiantes de la escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH.



FOTO 15. Toma de datos del caudal del río Sicalpa



PRUEBAS DE ESCURRIMIENTO.

FOTO 16. Esgurrimiento a suelo desnudo.



FOTO 17. Esgurrimiento a suelo Cubierto.



FOTO 18. Medición del agua escurrida.



PRUEBAS DE INFILTRACION.**FOTO 19.** Infiltración a suelo cubierto**FOTO 20.** Infiltración a suelo desnudo.

MAPAS TEMÁTICOS

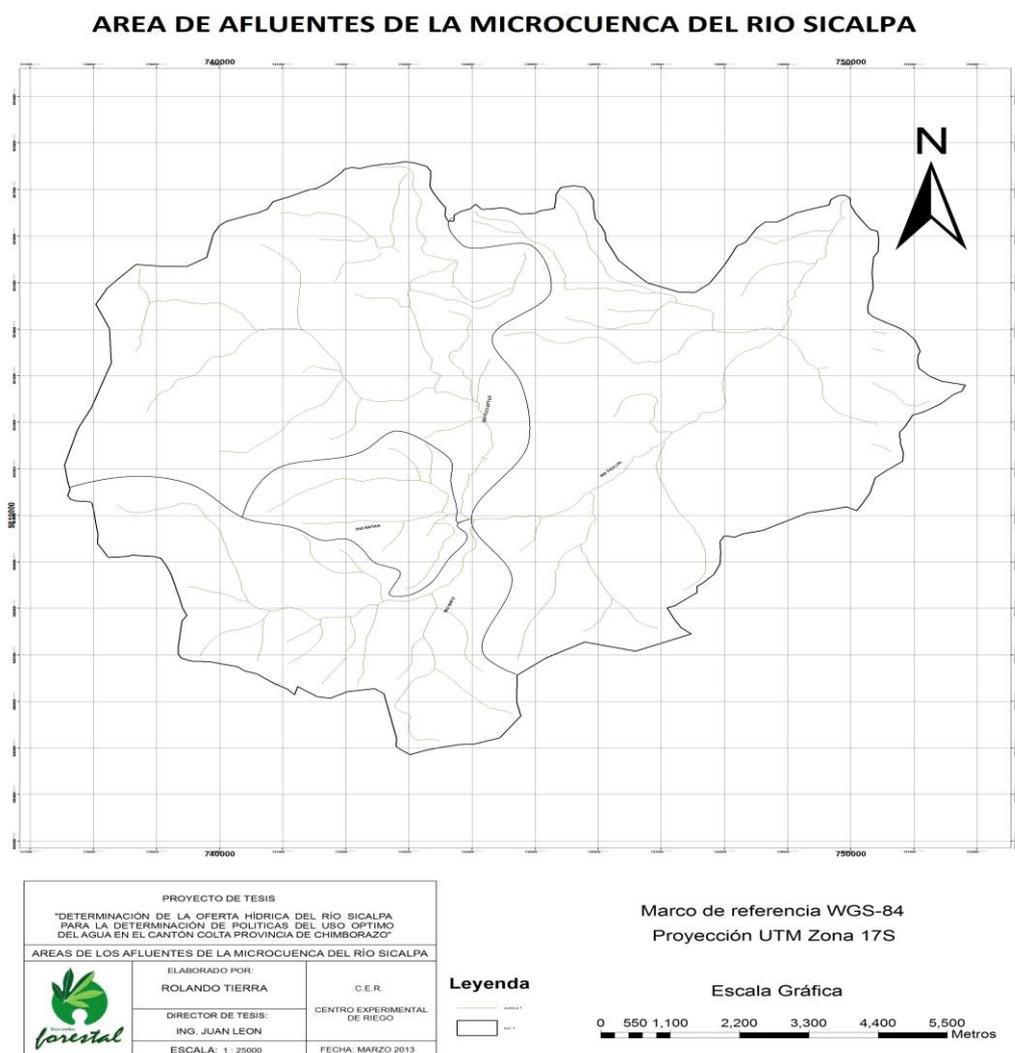
MAPA 2. ÁREA DE LA MICROCUENCA



Expresión de Caudales en el río Sicalpa Aguas Abajo.

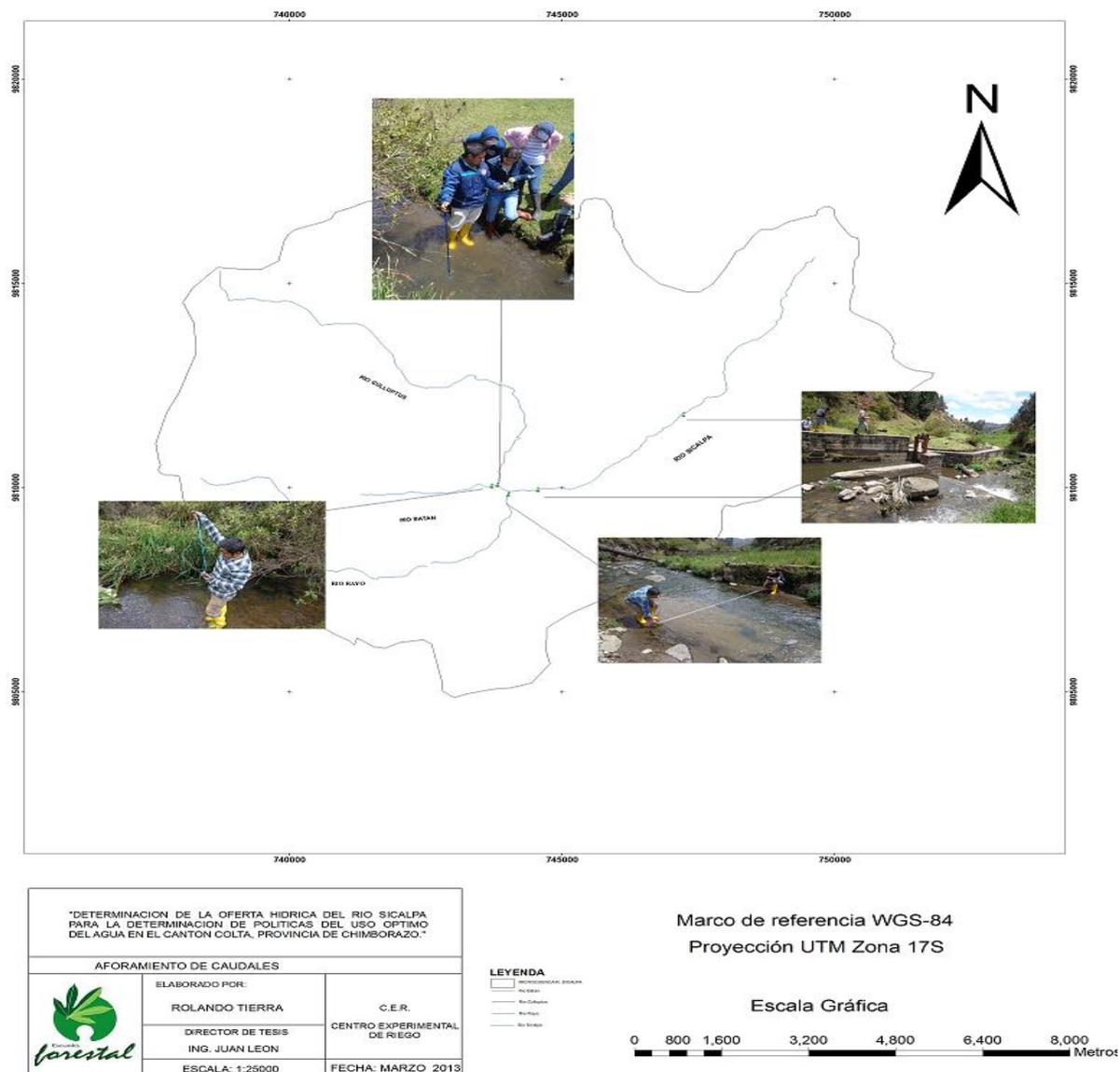
SISTEMA HIDRICO	SUBCUENCA	NOMBRE MICROCUENCA	AREA (Ha)
Pastaza	Río Chambo	Área de la Cuenca del Río Sicalpa	111379,00

MAPA 3. ÁREA DE AFLUENTES



MAPA 4. SITIO DE AFORAMIENTO DE LOS CAUDALES

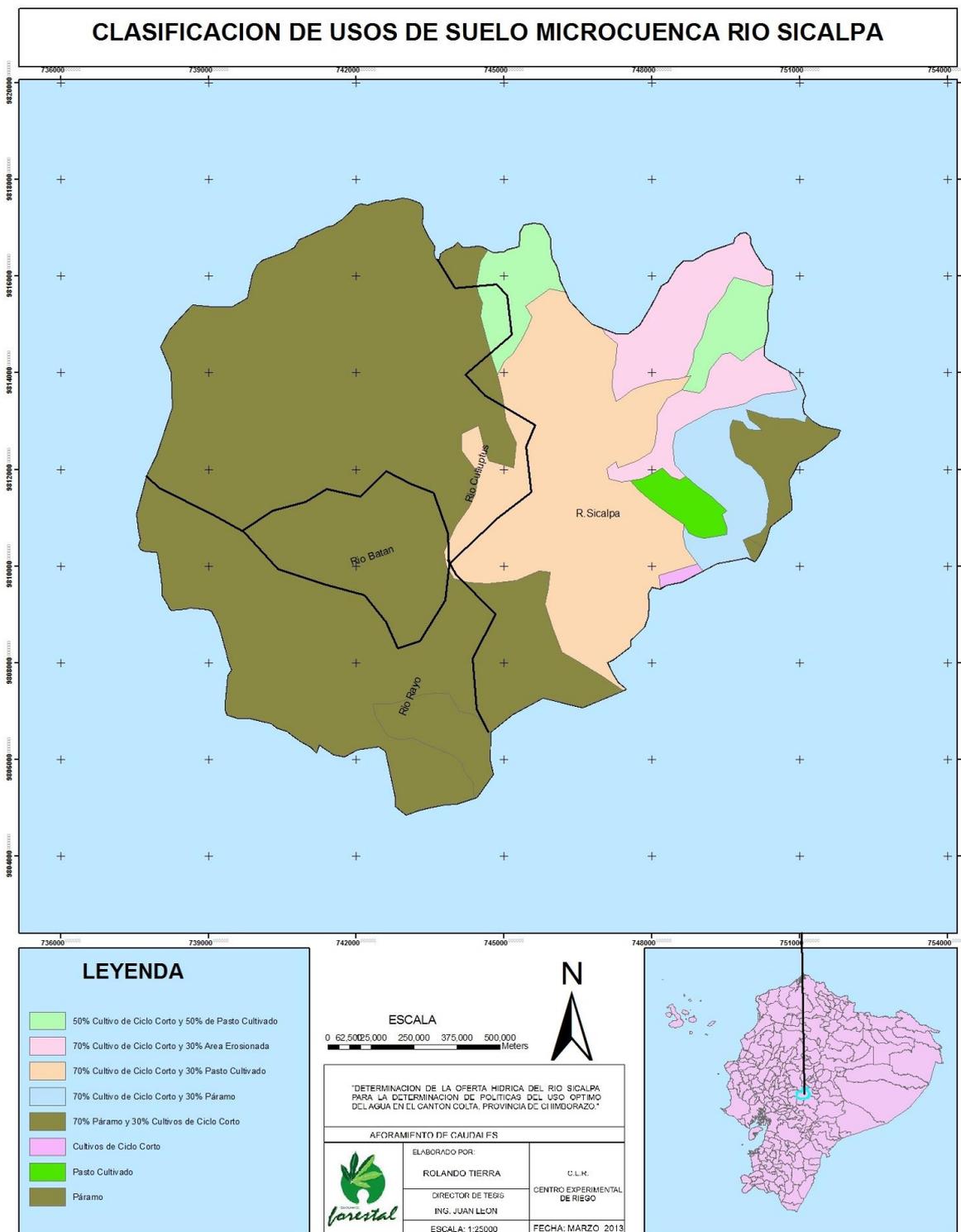
AFORAMIENTO DE CAUDALES MICROCUENCA DEL RIO SICALPA



El aforamiento de caudales de los diferentes ríos en estudio, se realizó de manera instantánea utilizando su metodología correspondiente.

Estas practicas de aforamiento se realizo con estudiantes de sexto semestre de la escuela de ingeniería forestal de la ESPOCH, y con los miembro de las comunidades beneficiadas del proyecto.

MAPA 5. USO DEL SUELO



En el siguiente cuadro esta expresado el uso del suelo en sus diferentes actividades de acuerdo a su extensión territorial.

Uso del suelo

CÓDIGO	LEYENDA	TIPO	HECTÁREAS	AREA_M2
Pr	Páramo	Vegetación natural	56404.83	564048298.625
Co/Ae	70% Cultivo de Ciclo Corto y 30% Área Erosionada	Hortalizas	8288.002	25437244.5937
Co/Pc	50% Cultivo de Ciclo Corto y 50%de Pasto Cultivado	Asociación de cultivos (papas, cebada y /o haba) pastoreo	2543.724	25437244.5937
Co/Pc	70% Cultivo de Ciclo Corto y 30% de Pasto Cultivado	Asociación de cultivos (papas, cebada y /o haba) pastoreo	10876.588	108765878.781
Pr	Páramo	Vegetación natural	3092.901	30929011.9062
Co-Pc	50% Cultivo de Ciclo Corto y 50%de Pasto Cultivado	Asociación de cultivos (papas, cebada y /o haba) pastoreo	361.983	3619831.59375
Co/Ae	70% Cultivo de Ciclo Corto y 30% Área Erosionada	Asociación de cultivos (papas, cebada y /o haba)	320.15	3201445.65625
Co/Pr	70% Cultivo de Ciclo Corto y 30%Páramo	Asociación de cultivos (papas, cebada y /o haba)	712.035	7120355
Pr/Cc	70% Páramo y 30% Cultivo de Ciclo Corto	Hortalizas	10592.582	105925817.593
Pc	Pasto Cultivado	Pastoreo	140.496	1404964.03125
Cc	Cultivo de Ciclo Corto	Asociación de cultivos (papas, cebada y /o haba)	808.426	8084263.46875
Pr/Cc	70% Páramo y 30% Cultivo de Ciclo Corto	Asociación de cultivos (papas, cebada y /o haba)	597.05	5970496.625

MAPA 6. SITIO DE ESCURRIMIENTO, INFILTRACIÓN Y PRECIPITACIONES

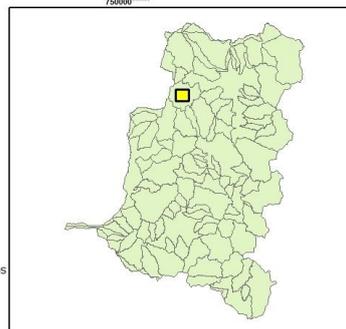


<p>"DETERMINACIÓN DE LA OFERTA HIDRICA DEL RÍO SICALPA PARA LA DETERMINACIÓN DE POLITICAS DEL USO ÓPTIMO DEL AGUA EN EL CANTÓN COLTA PROVINCIA DE CHIMBORAZO"</p>		
	<p>ELABORADO POR: ROLANDO TIERRA</p>	<p>C.E.R CENTRO EXPERIMENTAL DE RIEGO</p>
	<p>DIRECTOR DE TESIS ING. JUAN LEÓN</p>	
	<p>ESCALA: 1:50000</p>	<p>FECHA: MARZO 2013</p>

Marco de referencia WGS-84

Proyección UTM Zona 17S

Escala Gráfica



HOJA DE CAMPO PARA RECOPIACIÓN DE DATOS DE CAUDALES Y SUPERFICIES HOJA DE CÁLCULO PARA LA PRUEBA DE ESCURRIMIENTO.

de m)	Tirantes Total (m)	Tirante. Media (m)	No. Puntos	tiempo (s)	velocidad (Km/h)	velocidad (m/s)	temperatura °C	Área 1 b*a	Área 2 (b*a) /2	Área 3 (b*a) 2	Área Total (m2)	Q. TOTAL m3/s	Q=lt/sg	Q. uso	Q. ecológico	Ph
0	0,05															
1,22	0,11	0,05	1	30	2,1	0,58	12,3	0,04	0,02	0,02	0,09	0,052	52,19	5,219	46,970	7,8
0,41	0,06															
AFLUENTE: BATAN SITIO: SALIDA DEL AFLUENTE FECHA : 10 DE JULIO Q: TOTAL (m3/s) 0.019																
0	0,06															
1,19	0,13	0,05	1	30	1,9	0,53	12,7	0,05	0,03	0,03	0,10	0,054	54,43	5,443	48,988	7,5
0,40	0,05															
AFLUENTE: BATAN SITIO: SALIDA DEL AFLUENTE FECHA : 17 DE JULIO Q: TOTAL (m3/s) 0.016																
0	0,07															
1,18	0,09	0,05	1	30	1,9	0,53	12,4	0,04	0,02	0,02	0,07	0,037	37,37	3,737	33,630	7,9
0,39	0,06															
AFLUENTE: BATAN SITIO: SALIDA DEL AFLUENTE FECHA : 24 DE JULIO Q: TOTAL (m3/s) 0.016																
0	0,07															
1,20	0,11	0,06	1	30	1,7	0,47	12,3	0,04	0,02	0,02	0,09	0,042	41,56	4,156	37,400	8,1
0,40	0,06															
AFLUENTE: BATAN SITIO: SALIDA DEL AFLUENTE FECHA : 31 DE JULIO Q: TOTAL (m3/s) 0.016																
0	0,06															
1,16	0,09	0,04	1	30	1,4	0,39	12,1	0,03	0,02	0,02	0,07	0,027	27,07	2,707	24,360	8
0,39	0,06						12,4									
TOTAL CAUDAL RIO BATAN MES DE JULIO (°X)																
											0,08	0,043	42,522	4,252	38,270	7,9

Lugar	Rio	Pendiente %	Precipitación (ml)	Precipitación (mm)	Escurrimiento (ml)	Escurrimiento (mm)	Infiltración Barra (cm)	Infiltración Barra (mm)	coordenadas	altura (msn)	infiltración	Capsula para muestra (gr)	Peso de la muestra (gr)	Capsula y muestra (gr)	Peso (gr) a 24 horas	Peso Seco	Escurrimiento de agua	Total de escurrimiento	% de infiltración	% de Escurrimiento	% de Infiltración
Aguar arriba remavida (derecha)	SICALPA	32	2110	105,5	540	27	1,2	12	x: 744232 y: 9809909	3310	78,5	38,5	20	58,5	54	15,5	4,5	31,50	74,00	30	70
Aguar arriba remavida (izquierda)	SICALPA	33	2110	105,5	516	25,8	1,6	16	x: 744453 y: 9810805	3326	79,7	38,5	20,5	59	55	16,5	4	29,80	75,70	28	72
Aguar abajana remavida (derecha)	SICALPA	40	2110	105,5	400	19,5	1,6	16	x: 747180 y: 9811809	3280	86	39	20	59	55	16	4	23,50	82,00	22	78
Aguar abajana remavida (izquierda)	SICALPA	39	2110	105,5	395	19	1,2	12	x: 744453 y: 9810805	3296	86,5	39	21	60	54	15	6	25,00	80,50	24	76
Aguar arriba ruela remavida	SICALPA	30	2110	105,5	210	10,5	5,5	55	x: 744232 y: 9809909	3310	95	38,5	39	77,5	56,5	18	21	31,50	74,00	30	70
Aguar arriba remavida (izquierda)	SICALPA	32	2110	105,5	210	10,5	5	50	x: 744453 y: 9810805	3326	95	38,5	39,5	78	57,5	19	20,5	31,00	74,50	29	71
Aguar abajana remavida (derecha)	SICALPA	33	2110	105,5	210	10,5	5,5	55	x: 747180 y: 9811809	3280	95	38,5	34,5	73	48	9,5	25	35,50	70,00	34	66
Aguar abajana remavida (izquierda)	SICALPA	36	2110	105,5	195	9,7	5	50	x: 744453 y: 9810805	3296	95,8	38,5	34	72,5	49	10,5	23,5	33,20	72,30	31	69

HOJA DE CÁLCULO PARA LA PRUEBA DE INFILTRACION

ANÁLISIS DE SUELOS - PRUEBA DE INFILTRACIÓN

TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO

SITIO DEL ENSAYO: RIO
 PARCELA: RAYO
 FECHA: SUELO DESNUDO AGUAS ABAJO

Desarrollado por: Javier E. Vergara M.

r2 = 0,993817 0,999030
 Intercept 352 57
 o= 0,485695 1,701903
 Pendient 104 16
 e= 1,400030 0,756849
 e= 397 88

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LÁMINA		INFILTRACIÓN	
TIEMPO ACUMULADO	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURAS	Nivel del agua.	Nivel de recuperacion del agua	Lámina infiltrada intervalo de tiempo	LÁMINA ACUMULADA	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTÁNEA	DE
minutos	(min)	(cm)	agua (cm)	(mm)	(mm)	(mm/min)	(mm/hr)
A	B= (A _{i+1} - A _i)	C	D	E= (C _{i+1} - C _i) ó (C _{i+1} - D _i)	F=F _{i-1} + E _i	G = E _i /B _i	H = G*60
0		49,00		0,00	0,00		
1	1	48,70		3,00	3,00	3,000	180,0
2	1	48,10		6,00	9,00	6,000	360,0
3	1	47,70		4,00	13,00	4,000	240,0
4	1	47,00		7,00	20,00	7,000	420,0
5	1	46,00		10,00	30,00	10,000	600,0
6	1	45,10		9,00	39,00	9,000	540,0
7	1	44,30		8,00	47,00	8,000	480,0

Y	X	Valores Estimados	
Log LAM	Log T	Lámina	Velocidad
		(mm)	(mm/hr)
		0,0000	
0,4771	0,0000	3,0598	257,0300
0,9542	0,3010	8,0751	339,1603
1,1139	0,4771	14,2456	398,8842
1,3010	0,6021	21,3107	447,5341
1,4771	0,6990	29,1256	489,3201
1,5911	0,7782	37,5950	526,3419
1,6721	0,8451	46507	559,8204

8	1	43,30		10,00	57,00	10,000	600,0	1,7559	0,9031	56,2404	590,5372
9	1	42,20		11,00	68,00	11,000	660,0	1,8325	0,9542	66,3229	619,0273
10	1	41,15		10,50	78,50	10,500	630,0	1,8949	1,0000	76,8644	645,6754
11	1	40,10		10,50	89,00	10,500	630,0	1,9494	1,0414	87,8368	670,7683
12	1	38,20		19,00	108,00	19,000	1140,0	2,0334	1,0792	99,2160	694,5270
13	1	36,10		21,00	129,00	21,000	1260,0	2,1106	1,1139	110,9813	717,1253
14	1	33,60		25,00	154,00	25,000	1500,0	2,1875	1,1461	123,1145	738,7030
15	1	30,40		32,00	186,00	32,000	1920,0	2,2695	1,1761	135,5997	759,3746
16	1	27,80		26,00	212,00	26,000	1560,0	2,3263	1,2041	148,4225	779,2349
17	1	25,00		28,00	240,00	28,000	1680,0	2,3802	1,2304	161,5701	798,3637
18	1	22,00		30,00	270,00	30,000	1800,0	2,4314	1,2553	175,0309	816,8287
19	1	18,90		31,00	301,00	31,000	1860,0	2,4786	1,2788	188,7944	834,6879
20	1	15,30		36,00	337,00	36,000	2160,0	2,5276	1,3010	202,8508	851,9917
21	1	12,50		28,00	365,00	28,000	1680,0	2,5623	1,3222	217,1912	868,7838
22	1	10,40		21,00	386,00	21,000	1260,0	2,5866	1,3424	231,8076	885,1028
23	1	7,80		26,00	412,00	26,000	1560,0	2,6149	1,3617	246,6922	900,9825
24	1	5,25		25,50	437,50	25,500	1530,0	2,6410	1,3802	261,8381	916,4532
25	1	3,10		21,50	459,00	21,500	1290,0	2,6618	1,3979	277,2385	931,5417
26	1	1,60		15,00	474,00	15,000	900,0	2,6758	1,4150	292,8875	946,2724
31	5	-2,40		40,00	514,00	8,000	480,0	2,7110	1,4914	374,6682	1015,2519
36	5	-5,40		30,00	544,00	6,000	360,0	2,7356	1,5563	461,9191	1077,8346

HOJA DE CAMPO PARA LA RECOPIACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES DE LOS PLUVIOMETROS CASEROS

FECHA	PRECIPITACIÓN (ml)	MES DE MAYOR PRECIPITACIÓN (ml)	MES DE MAYOR PRECIPITACIÓN EN (mm)	ACUMULADA MENSUAL	FECHA	PRECIPITACIÓN (ml)	MES DE MAYOR PRECIPITACIÓN (ml)	MES DE MAYOR PRECIPITACIÓN EN (mm)	ACUMULADA MENSUAL	TOTAL
03/07/12	46		2,3	7,85	03/07/12	38	38	1,9	7,5	7,675
10/07/12	33		1,65		10/07/12	36		1,8		
17/07/12	40	46	2		17/07/12	32		1,6		
24/07/12	15		0,75		24/07/12	18		0,9		
31/07/12	23		1,15		31/07/12	26		1,3		
07/08/12	10	10	0,5	0,5	07/08/12	16	16	0,8	0,8	0,65
14/08/12	0		0		14/08/12	0		0		
21/08/12	0		0		21/08/12	0		0		
28/08/12	0		0		28/08/12	0		0		
04/09/12	14		0,7		04/09/12	17		0,85		
11/09/12	12		0,6	10,5	11/09/12	16		0,8	10,05	10,275
18/09/12	46		2,3		18/09/12	50		2,5		
25/09/12	138	138	6,9		25/09/12	118	118	5,9		
02/10/12	221		11,05		02/10/12	458		22,9		
09/10/12	168		8,4	77,7	09/10/12	168		8,4	104,2	90,95
16/10/12	315	1230	15,75		16/10/12	613	1120	30,65		
23/10/12	320		16		23/10/12	367		18,35		
30/10/12	530		26,5		30/10/12	478		23,9		
06/11/12	198		9,9		06/11/12	170		8,5		
13/11/12	270		13,5	51,9	13/11/12	230		11,5	41,5	46,7
20/11/12	240		12		20/11/12	195		9,75		
27/11/12	330	240	16,5		27/11/12	235	235	11,75		
04/12/12	1830		91,5		04/12/12	720		36		
11/12/12	1030	2110	51,5	239,85	11/12/12	800	2100	40	166,95	203,4
18/12/12	1140		57		18/12/12	1030		51,5		
25/12/12	797		39,85		25/12/12	789		39,45		
				388,3					331	359,65

HOJA DE CAUDAL PARA LOS DIFERENTES AFLUENTES

MES	fecha	Área Total	Q. TOTAL	Q=lt/sg	Q. uso	Q. ecológico	ph
JULIO	07/03/2012	0,24	0,086	85,94	8,594	77,350	7,9
	07/10/2012	0,24	0,092	92,11	9,211	82,903	7,8
	17/7/2012	0,24	0,092	92,11	9,211	82,903	7,8
	24/7/2012	0,26	0,102	102,46	10,246	92,213	7,9
	31/7/2012	0,32	0,141	141,33	14,133	127,200	7,8
TOTAL PROMEDIO		0,26	0,10	102,79	10,28	92,51	7,84
AGOSTO	08/07/2012	0,25	0,099	98,93	9,893	89,04	8,1
	14/08/2012	0,24	0,085	85,13	8,513	76,61	8
	21/08/2012	0,24	0,105	105,27	10,527	94,75	8,1
	29/08/2012	0,27	0,097	96,51	9,651	86,86	8,1
TOTAL PROMEDIO		0,25	0,10	96,46	9,65	86,82	8,08
SEPTIEMBRE	08/04/2012	0,36	0,131	131,44	13,144	118,30	8,1
	08/11/2012	0,34	0,134	133,78	13,378	120,40	7,9
	17/8/2012	0,46	0,257	257,11	25,711	231,40	8
	25/8/2012	0,48	0,228	227,80	22,780	205,02	8,1
TOTAL PROMEDIO		0,41	0,19	187,53	18,75	168,78	8,03
OCTUBRE	10/02/2012	0,49	0,467	467,19	46,719	420,47	8,1
	10/09/2012	0,47	0,388	388,33	38,833	349,50	8
	16/9/2012	0,50	0,460	460,35	46,035	414,32	8,1
	23/9/2012	0,60	0,655	654,69	65,469	589,23	8
	30/9/2012	0,43	0,360	360,00	36,000	324,00	8
TOTAL PROMEDIO		0,50	0,47	466,11	46,61	419,50	8,04
NOVIEMBRE	11/06/2012	0,39	0,261	260,82	26,082	234,740	8
	13/11/2012	0,59	1,393	1.392,74	139,274	1.253,467	8
	20/11/2012	0,43	0,397	396,83	39,683	357,143	8
	27/11/2012	0,50	0,844	844,40	84,440	759,958	7,9
TOTAL PROMEDIO		0,48	0,72	723,70	72,37	651,33	7,98
DICIEMBRE	12/04/2012	0,46	0,408	407,70	40,770	366,933	8
	12/11/2012	0,59	0,701	700,74	70,074	630,667	7,9
	18/12/2012	0,47	0,471	471,20	47,120	424,080	8
	25/12/2012	0,59	0,705	705,04	70,504	634,537	8
TOTAL PROMEDIO		0,53	0,57	571,17	57,12	514,05	7,98