DIAGNOSTICO GENERAL QUEBRADA LAGUNILLA

Contenido

1. INTRODUCCION 3
2. OBJETIVOS 4
   2.1. Objetivo General 4
   2.2. Objetivos Específicos 4
3. ANTECEDENTES 5
4. ALCANCE 6
5. MARCO NORMATIVO 6
6. ASPECTOS GENERALES DE LA SUBCUENCA QUEBRADA LAGUNILLA 7
   6.1. Localización 7
   6.2. Hidrología 7
   6.3. Clima 9
      6.3.1. Información de las estaciones climatológicas. 10
   6.4. Suelos 11
      6.4.1. Unidades Cartográficas presentes en la subcuenca de la quebrada Lagunilla. 12
   6.5. Población 13
   6.6. Módulos para demanda de agua. 14
   6.6.1. Módulos de riego de cultivos 14
      6.6.2. Módulo para consumo humano. 15
7. PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES PROVENIENTES DE LA CORRIENTE QUEBRADA LAGUNILLA 18
   7.1. Revisión de información y diagnóstico del estado de la subcuenca quebrada Lagunilla 18
      7.1.1. Metodología censo de usuarios 18
   7.2. Oferta Hídrica 22
   7.3. Demanda Hídrica 24
8. CONCLUSIONES 25
9. BIBLIOGRAFIA 25
10. ANEXOS 26
   10.1. Encuesta 26
   10.2. Material divulgativo de socialización. 27

Tabla de Figuras.

Figura 1: Localización de la subcuenca quebrada Lagunilla. Fuente: IGAC 7
Figura 2: Representación geográfica de las unidades cartográficas presentes en la subcuenca de la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor. 11
Figura 3: División veredal de la subcuenca de la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor. 13
Figura 4: Unidades cartográficas presentes en los predios de los usuarios de la quebrada Lagunilla. 14
Figura 5: Etapas de la metodología utilizada para la recolección de información del censo de usuarios incluida en la fase diagnostica. 18
Figura 6:Usuarios identificados sobre los cauces de la subcuenca quebrada Lagunilla. Fuente: Autor. ... 20
Figura 7: Puntos de aforos realizados dentro de la subcuenca de la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor. 23

Tabla de Ecuaciones

Ecuación 1: Factor de forma de Horton. Fuente: INE, 2004. 8
Ecuación 2: Coeficiente de compacidad de Gravelius. Fuente: INE, 2004. 8
Ecuación 3: Elevación media de la cuenca. 8
Ecuación 4: Dotación Bruta. Fuente: RAS 2000 17

Tabla de Tablas

Tabla 1: Características físicas de la subcuenca Quebrada Lagunilla. Fuente: Autor. 9
Tabla 2: Información de las estaciones meteorológicas evaluadas. Fuente: IDEAM. 10
Tabla 3: Descripción de las unidades cartográficas presentes en la subcuenca de la quebrada Lagunilla. Fuente: IGAC. 12
Tabla 4: Población de los municipios de Tarqui y El Pital. Fuente: DANE. 13
Tabla 5: Módulos de riego para los diferentes cultivos presentes en la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor. 15
Tabla 6: Asignación del nivel de complejidad del sistema. Fuente: RAS 2000. 15
Tabla 7: Periodo de diseño máximo para el sistema. Fuente: RAS 2000. 16
Tabla 8: Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema. Fuente: RAS 2000. . 16
Tabla 9: Datos de proyección de población mediante los métodos utilizados para los municipios de Tarqui y El Pital. 16
Tabla 10: Dotación neta máxima según el nivel de complejidad. Fuente: RAS 2000. 16
Tabla 11: Variación a la dotación neta según el clima y el nivel de complejidad del sistema. Fuente: RAS 2000. 17
Tabla 12: Porcentajes máximos admisibles de perdidas técnicas según el nivel de complejidad. Fuente: RAS 2000. 17
Tabla 13: Captaciones con obras hidráulicas presentes en la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor. 21
Tabla 14: Datos de los aforos realizados a la quebrada Lagunilla y sus afluentes. 23
Tabla 15: Tabla de aforos históricos de la quebrada Lagunilla. Fuente: CAM. 24

1. INTRODUCCION

Es deber constitucional, según el Artículo 79 que el estado proteja la diversidad e integridad del ambiente, conserve las áreas de especial importancia ecológica y fomente la educación para el logro de estos fines. En el Artículo 80 de igual manera se contempla que el estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible.

El departamento del Huila y en el caso particular el municipio de Tarqui y El Pital, posee una oferta hídrica importante. Esta oferta hídrica es permanentemente afectada y restringida por al alto índice de deforestación, el cual ha sido identificado como uno de los problemas más graves en el municipio, dichas actividades se han desarrollado como consecuencia de asentamientos de diferentes comunidades, originando la expansión de la frontera agrícola y ganadera, en zonas de alta montaña donde nacen la mayoría de afluentes. Aun así, el Huila continúa teniendo una importante oferta del recurso, cuya disponibilidad, se ve afectada por varios factores, como la no homogeneidad en su distribución, la pérdida de capacidad de regulación de caudales en las cuencas hidrográficas, la deforestación y la reducción de cobertura vegetal en las riberas.

Esta situación es coherente con lo que muestran los índices de escasez y de vulnerabilidad por disponibilidad de agua calculados por el IDEAM, los cuales permiten evaluar la relación existente entre la oferta hídrica disponible y las condiciones de demanda predominantes en una unidad de análisis, sirviendo de referencia para analizar la sostenibilidad del recurso.

A lo anterior deben sumarse las situaciones de conflicto por el uso del recurso hídrico que se presentan ante la creciente demanda de agua para riego agropecuario y las incidencias que sobre la disponibilidad del recurso tienen cada día con más fuerza el cambio climático, la deforestación de las cuencas y el cambio de uso del suelo.

Con el propósito de garantizar la sostenibilidad en la producción, regulación y aprovechamiento del recurso hídrico es preciso garantizar la debida implementación de los planes de ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas al igual que una óptima administración del recurso, tareas en las cuales la Autoridad Ambiental Regional debe jugar un papel protagónico. Es por ello que dentro de las acciones operativas del Plan de Acción Trienal 2016-2019, de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, se ha formulado dentro del Proyecto 1.1: Ordenamiento y Administración del Recurso Hídrico y las Cuencas Hidrográficas

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar el diagnóstico general de la subcuenca Quebrada Lagunilla a través del seguimiento y monitoreo del recurso hídrico, con el fin de adelantar el proceso de reglamentación de esta corriente y sus principales afluentes.

2.2. Objetivos Específicos

- Establecer la oferta hídrica para la subcuenca quebrada Lagunilla y establecer la disponibilidad del recurso, considerando el caudal ambiental.
- Determinar la demanda actual existente para así tomar acciones de regulación y reglamentación.
- Elaborar propuesta de distribución de caudales para la subcuenca quebrada Lagunilla.

3. ANTECEDENTES

La quebrada Lagunilla se ha convertido en una de las fuentes hídricas de alto conflicto dentro del departamento del Huila, debido a la inminente y continua deforestación de su capa vegetal protectora, la cual corresponde a bosque secundario presente en la subcuenca. Esta deforestación es realizada con el propósito de ampliar la frontera agrícola sin ninguna planificación, afectando ciertos procesos ecosistémicos como la disponibilidad del recurso hídrico.

Esta fuente hídrica por no tener abundante zona protectora que regule su nivel hídrico se ve gravemente afectada en épocas de verano, trayendo como consecuencia una drástica disminución de caudal, a esto también se le suma la constante presión por parte de los habitantes de la zona sobre la corriente superficial.

De la Quebrada Lagunilla captan el agua tres distritos de riego, como lo son el Distrito El Tambo, Buenos Aires y Asolagunilla, también captan el agua los acueductos veredales de Buenos Aires, El Tambo, Las Mercedes, Lagunilla, Arrayan-Hato Viejo y El Pescado. Además, algunos usuarios individuales que tienen legalizado el uso del agua mediante concesiones emitidas por esta Corporación.

Actualmente, estos usuarios están sujetos a seguimientos de control por parte de la CAM, a quienes se les exige cumplir con su deber de hacer uso eficiente y ahorro de agua, para no exceder el consumo por encima del caudal concesionado y demás obligaciones establecidas.

La CAM- Dirección Territorial Centro realiza seguimientos y monitoreos a las fuentes hídricas y en especial a las de alto conflicto, teniendo como principal objetivo la verificación de la capacidad de suministro del recurso disponible para atender la demanda; como es el caso de la quebrada Lagunilla, donde el recurso hídrico es utilizado para el consumo humano, cultivos y animales.

De igual manera se adelantaron reuniones con los usuarios para sensibilizarlos en el uso eficiente y ahorro de agua, la conservación de recursos naturales y se establecieron turnos de riego con ocasión del fenómeno de ‘El Niño’ presentado en el año 2015.

Finalmente, la autoridad ambiental del Huila y las comunidades continúan implementado acciones de recuperación y conservación de la cuenca hidrográfica, mediante la reforestación de sus bosques, con el fin de mejorar la oferta hídrica de esta fuente fundamental para el desarrollo económico de esta región del departamento.

4. ALCANCE

Los procesos de reglamentación de corrientes hídricas superficiales tienen como principal objetivo establecer la distribución equitativa del recurso a sus usuarios, ya que este favorece o limita el desarrollo de una región determinada.

El inadecuado manejo del recurso puede traer consecuencias como la declaración de agotamiento de una fuente hídrica, lo cual reduce las posibilidades de otorgar nuevas concesiones redefiniendo o limitando los actuales usos sobre la cuenca y aplicando restricciones de acuerdo a la época climatológica cuando se presente el caso de menor oferta hídrica de la fuente.

El adelanto de los estudios para el proceso de reglamentación se concentró en la subcuenca de la quebrada Lagunilla y sus principales afluentes, teniendo en cuenta la gran importancia hídrica de cada uno de estos.

Para la cuantificación de la oferta y demanda hídrica dentro de la subcuenca Lagunilla se consideraron registros hidro climatológicos disponibles en el instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM y en las bases de datos de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, que se logran actualizar con el presente informe.

5. MARCO NORMATIVO

Dentro del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, se fija en los artículos 156 157 (decreto ley 2811 de 1974), que para el aprovechamiento de las aguas se estudiara en conjunto su mejor distribución en cada corriente o derivación, teniendo en cuenta el reparto actual y las necesidades de los predios. Las personas que puedan resultar afectadas con la reglamentación tienen el derecho de conocer los estudios y de participar en la práctica de las diligencias correspondientes; ya que cualquier reglamentación de usos de agua podrá ser revisada o variada a petición de parte interesada o de oficio, cuando hayan cambiado las condiciones o circunstancias que se hayan tenido en cuenta para efectuarlas siempre que se hayan oído a las personas que hayan resultado afectadas con la modificación.

6. ASPECTOS GENERALES DE LA SUBCUENCA QUEBRADA LAGUNILLA

6.1. Localización

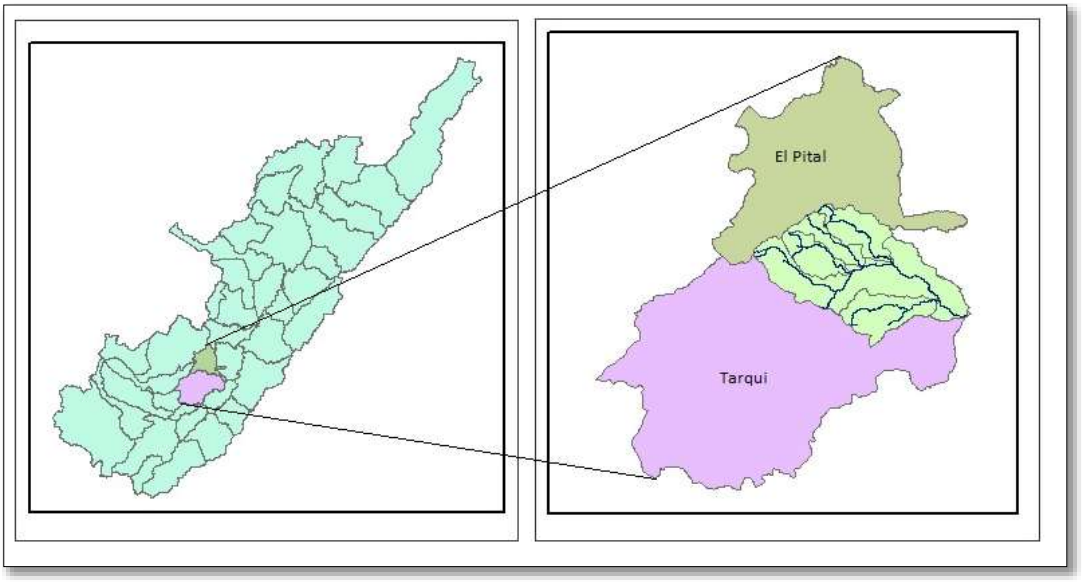


Figura 1: Localización de la subcuenca quebrada Lagunilla. Fuente: IGAC

La quebrada Lagunilla nace a 2.400 m.s.n.m. en la vereda Eureka del municipio de Tarqui donde lleva el nombre de quebrada Eureka hasta la parte media-alta de su cuenca, a partir de ahí sigue con su nombre de Quebrada Lagunilla, hasta su desembocadura en el rio Magdalena a una altura de 800 m.s.n.m. en el municipio de El Pital.

6.2. Hidrología

La subcuenca de la quebrada Lagunilla está constituida por su cauce principal, el cual es afluente del Rio Magdalena. También cuenta con seis afluentes importantes los cuales son: Quebrada Eureka, Quebrada La Negra, Quebrada Minas, Quebrada Matanza, Quebrada Rinconeña, Quebrada La Mosca.

Se evaluaron diferentes parámetros morfológicos para la subcuenca quebrada Lagunilla, con el fin de determinar su comportamiento hidrológico.

- Área: Está definida como la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural. Corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio; este parámetro se expresa normalmente en km^2.

- Perímetro: Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas. Este parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros.

- Factor de forma de Horton: Es la relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes como es el caso de la quebrada Lagunilla. (Instituto Nacional de Ecologia, 2004).

$$kf = \frac{A}{L^2}$$

Ecuación 1: Factor de forma de Horton. Fuente: INE, 2004.

Donde, A es el área total de la cuenca y L corresponde a la longitud de la cuenca.

- Coeficiente de Compacidad de Gravelius: Se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud de la divisoria que la encierra y el perímetro de la circunferencia. En la subcuenca de la Quebrada Lagunilla El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento. (Instituto Nacional de Ecologia, 2004).

$$k_c = \frac{P}{Pc} = \frac{P}{2\pi R}$$

Ecuación 2: Coeficiente de compacidad de Gravelius. Fuente: INE, 2004.

Donde, P es el perímetro de la cuenca, Pc es el perímetro de la circunferencia y R es el radio de la circunferencia.

- Elevación media de la cuenca: Corresponde a la sumatoria de las elevaciones dentro de la cuenca sobre el número de elevaciones de la cuenca, estas elevaciones referidas al nivel del mar. La variación altitudinal de una cuenca hidrográfica incide directamente sobre su distribución térmica y por lo tanto en la existencia de microclimas y hábitats muy característicos de acuerdo a las condiciones locales reinantes. (Instituto Nacional de Ecologia, 2004).

$$Hm = \frac{\sum hi}{\#\ total\ de\ h}$$

Ecuación 3: Elevación media de la cuenca.

- Pendiente media de la cuenca: Es el valor medio del declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de la vertiente sobre la cual se ubica la cuenca. La quebrada Lagunilla registra una pendiente de 13,6%, lo cual representa un

- Longitud del cauce: La distancia que existe desde el punto de nacimiento de la quebrada y el punto de su desembocadura.

- Pendiente media del cauce: Es la diferencia entre la cota máxima y la cota mínima existente en la cuenca sobre la longitud del cauce principal en metros.

$$Sm = \frac{Cota\ maxima - cota\ minima\ (m.s.n.m)}{l}$$

Donde l es igual a la longitud del cauce principal en metros.

La pendiente media del cauce principal de la quebrada Lagunilla tiene un valor de 6,90%, lo cual indica que a menor pendiente menor velocidad de desplazamiento del agua, mayor infiltración y mayor tiempo de concentración.

Tabla 1: Características físicas de la subcuenca Quebrada Lagunilla. Fuente: Autor.

Subcuenca	Característica	Ítem	Parámetro	Símbolo	Valor	Unidades	Observaciones
QUEBRADA LAGUNILLA	Área	1.1	Superficie	A	108,65	km^2	
		1.2	Perímetro	P	49,72	km	
	Forma	2.1	Factor de forma	Kf	0,20	Adimensional	
		2.2	Coeficiente de compacidad	Cg	1,34	Adimensional	
	Elevación	3.1	Elevación Media	Hm	1323	msnm	
	Pendiente de la cuenca	4.1	Pendiente media de la cuenca	S	13,66	%	
	Sistema de drenaje	5.1	Longitud de tributarios	l	32,48	km	
	Cauce Principal	6.1	Longitud	L	23,19	km	
		6.3	Pendiente media del cauce	Sm	6,90	%	

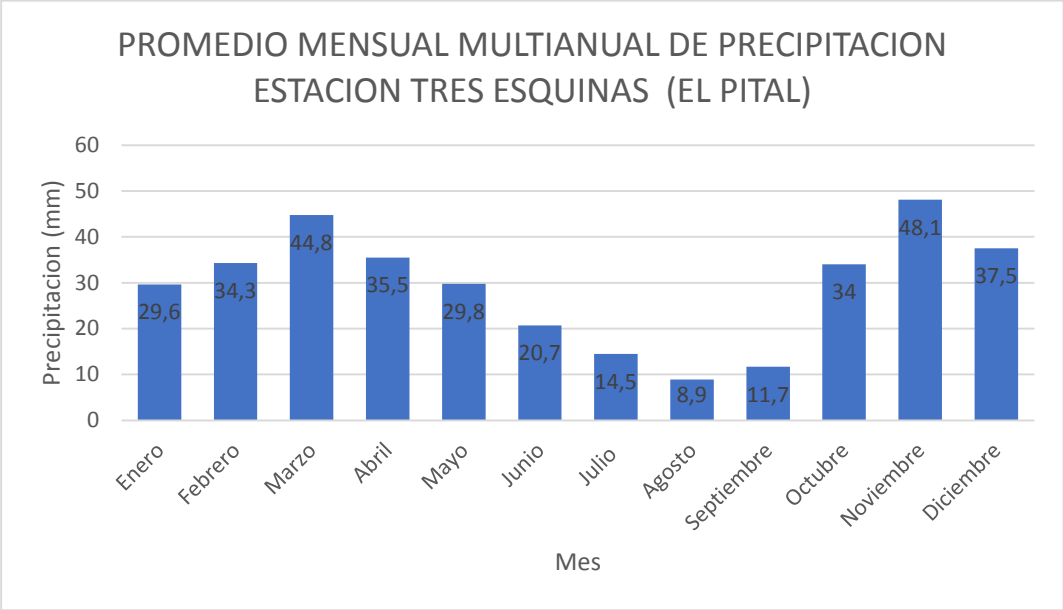
6.3. Clima

Para el análisis del clima se tuvieron en cuenta los datos de las variables de precipitación y evaporación dadas en las estaciones TRES ESQUINAS ubicada en el municipio de El Pital y LA BETULIA ubicada en el municipio de El Agrado, respectivamente. Estas estaciones se escogieron de acuerdo a su influencia, presencia dentro de la cuenca y la disponibilidad de datos históricos para un periodo de 22 años comprendidos en los años (1990-2012).

6.3.1. Información de las estaciones climatológicas.

Estación	Municipio	Código	Categoría	Operador
TRES ESQUINAS	EL PITAL	21040060	PM	IDEAM
LA BETULIA	EL AGRADO	21045010	CO	IDEAM

Tabla 2: Información de las estaciones meteorológicas evaluadas. Fuente: IDEAM.



Gráfica 1: Precipitación mensual multianual estación Tres Esquinas (El Pital). Fuente: IDEAM.

La cuenca de la quebrada Lagunilla se encuentra localizada en una zona de régimen de lluvias bimodal de acuerdo a sus picos de lluvias, tal como se observa en la gráfica 1, esta variabilidad en el comportamiento de la precipitación se genera de acuerdo a la influencia de la zona de convergencia intertropical durante el año entre los periodos Marzo-Mayo y Octubre-Noviembre (D., Ruiz, & M., 2014).

6.4. Suelos

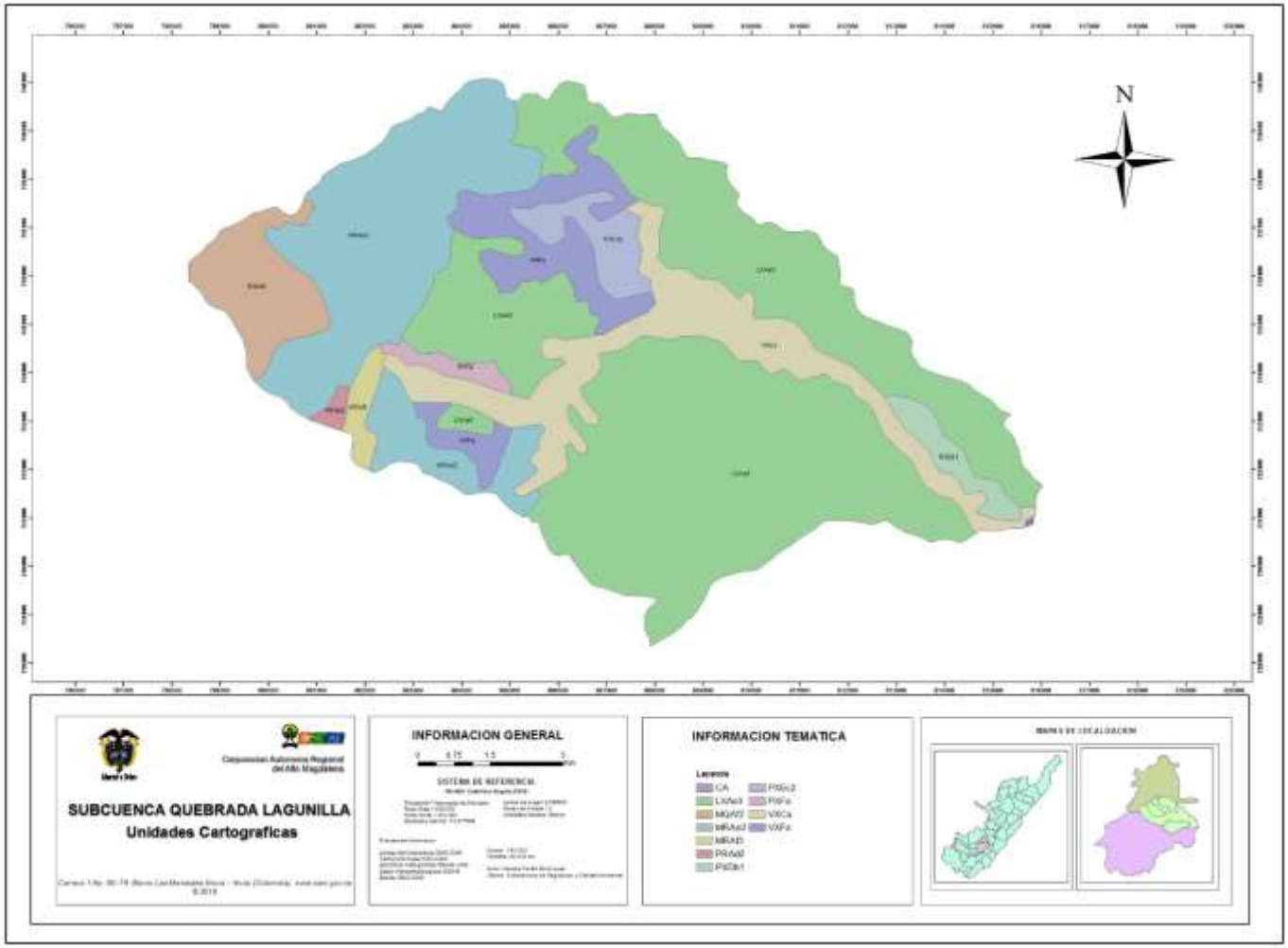
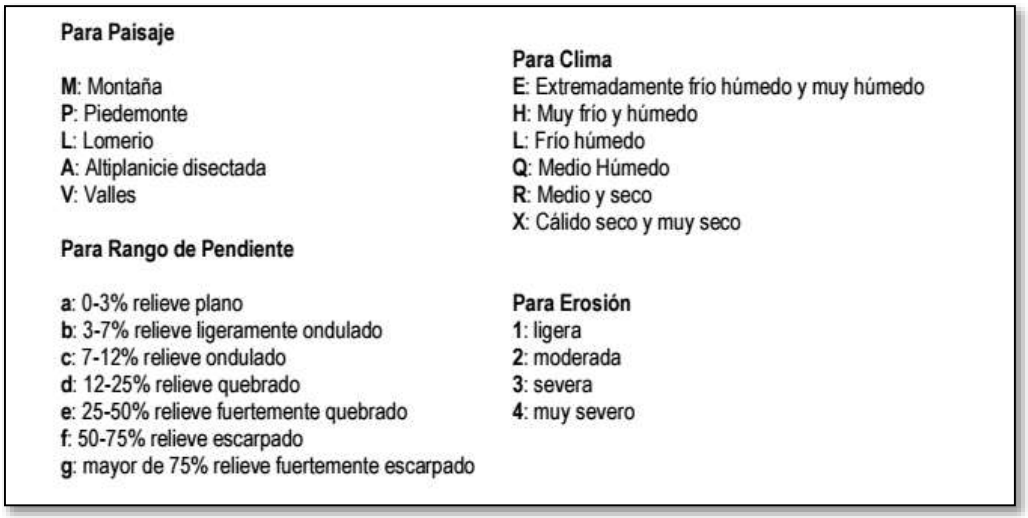


Figura 2: Representación geográfica de las unidades cartográficas presentes en la subcuenca de la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor.

La descripción general de los suelos de la cuenca se toma de lo establecido por el Estudio General de suelos del Departamento del Huila realizado por el IGAC, de acuerdo con los tipos de relieve presentes en cada paisaje, los que se caracterizan por tener condiciones similares en cuanto al clima, topografía y materiales parentales.

Cada delimitación está representada por un símbolo compuesto de tres letras mayúsculas que hacen relación en su orden a paisaje, clima y suelos. Estas letras están acompañadas por subíndices alfanuméricos que indican rangos de pendiente en pendiente que siempre acompaña a las tres letras iniciales y subíndice de erosión que aparece cuando es necesario. Las letras empleadas en la clasificación de los suelos son las siguientes:



Para Paisaje

M: Montaña
P: Piedemonte
L: Lomerio
A: Altiplanicie disectada
V: Valles

Para Clima

E: Extremadamente frío húmedo y muy húmedo
H: Muy frío y húmedo
L: Frío húmedo
Q: Medio Húmedo
R: Medio y seco
X: Cálido seco y muy seco

Para Rango de Pendiente

a: 0-3% relieve plano
b: 3-7% relieve ligeramente ondulado
c: 7-12% relieve ondulado
d: 12-25% relieve quebrado
e: 25-50% relieve fuertemente quebrado
f: 50-75% relieve escarpado
g: mayor de 75% relieve fuertemente escarpado

Para Erosión

1: ligera
2: moderada
3: severa
4: muy severo

Imagen 1: Descripción de suelos. (IGAC, 1994).

6.4.1. Unidades Cartográficas presentes en la subcuenca de la quebrada Lagunilla.

Tabla 3: Descripción de las unidades cartográficas presentes en la subcuenca de la quebrada Lagunilla. Fuente: IGAC.

Unidad Cartográfica	Descripción
LXAe3	Suelos presentes en lomeríos escarpados, con clima cálido seco, pendientes 25-50% y erosión severa.
MQAF2	Suelos de montaña en relieve moderadamente escarpado y pendientes 50-75% y erosión moderada, con clima medio húmedo.
MRAe2	Suelos de montaña en relieve fuertemente escarpado y pendientes 25-50% y erosión moderada, con clima medio húmedo y seco.
MRAf3	Suelos de montaña de relieve ligeramente escarpado, pendiente 50-75% y erosión severa, clima medio húmedo y seco.
PXDb1	Suelos de piedemonte de relieve ligeramente ondulado, pendiente 7-12%, erosión ligera y clima cálido seco.
PXFa	Suelos de piedemonte de relieve plano, pendiente 0-3% y clima cálido seco.
VXCa	Suelos de valle en relieves planos, con pendiente de 0-3% y clima cálido seco.
VXFa	Suelos de valle en relieve plano, con pendiente 0-3% y clima cálido seco.

6.5. Población

La población dentro de la subcuenca de la quebrada Lagunilla se distribuye en las veredas presentes en los municipios de Tarqui y El Pital. Según el último censo realizado por el DANE la población total y de cabecera para estos municipios son las siguientes:

Municipio	Población Cabecera			Población Total		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
TARQUI	4329	2156	2173	15921	8242	7679
EL PITAL	4389	2137	2252	12811	6636	6175

Tabla 4: Población de los municipios de Tarqui y El Pital. Fuente: DANE.

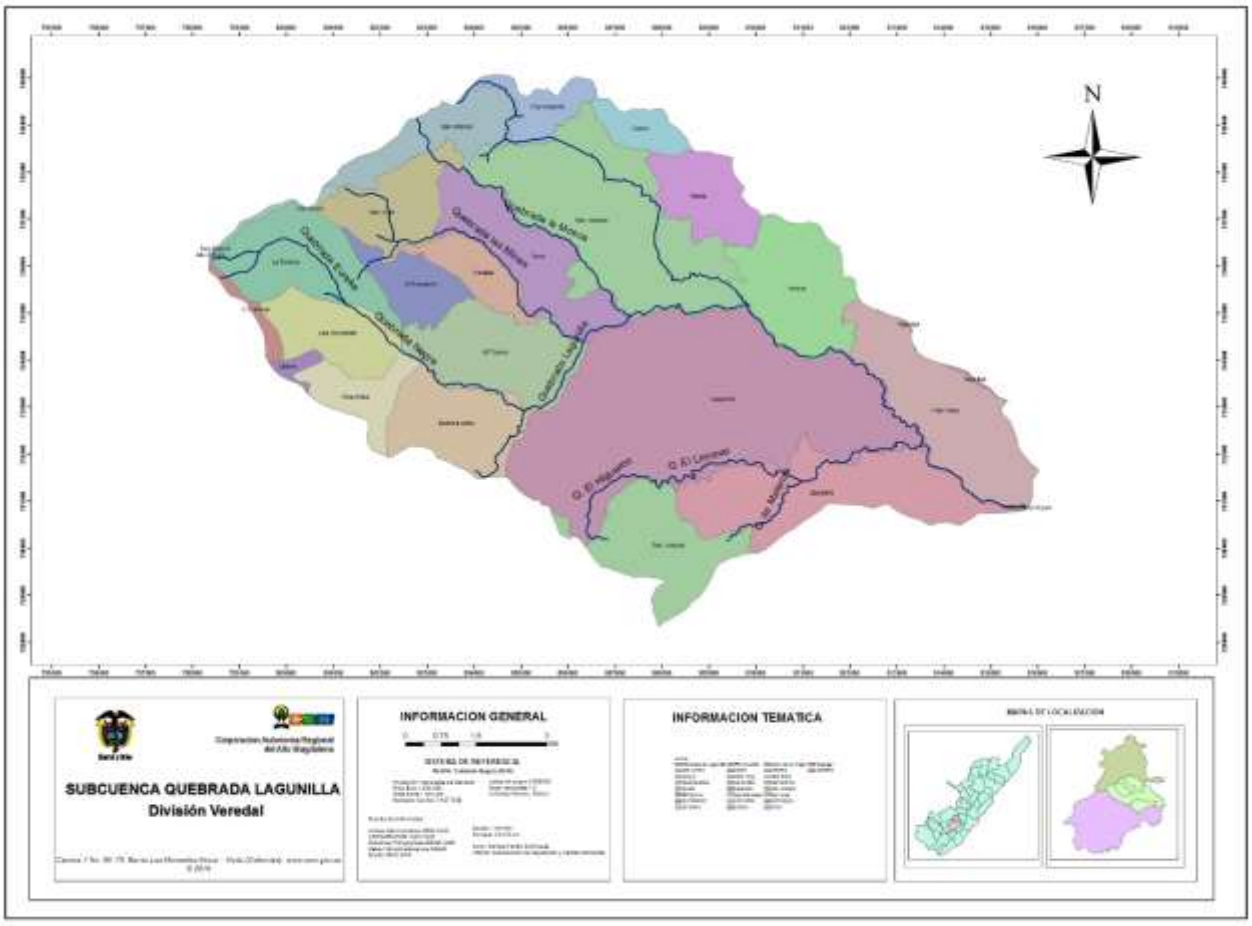


Figura 3: División veredal de la subcuenca de la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor.

6.6. Módulos para demanda de agua.

6.6.1. Módulos de riego de cultivos

El cálculo de los módulos de riego se realizó por medio del estudio de variables como la precipitación, evaporación, características del suelo como la capacidad de campo, punto de marchitez permanente y la densidad aparente, características físicas de los cultivos como la profundidad radicular, umbral de riego, método de riego y el coeficiente del cultivo generado por la FAO.

Para el caso de la subcuenca quebrada Lagunilla, se estudiaron las unidades cartográficas presentes en cada uno de los predios cultivados por los usuarios, como se muestra a continuación:

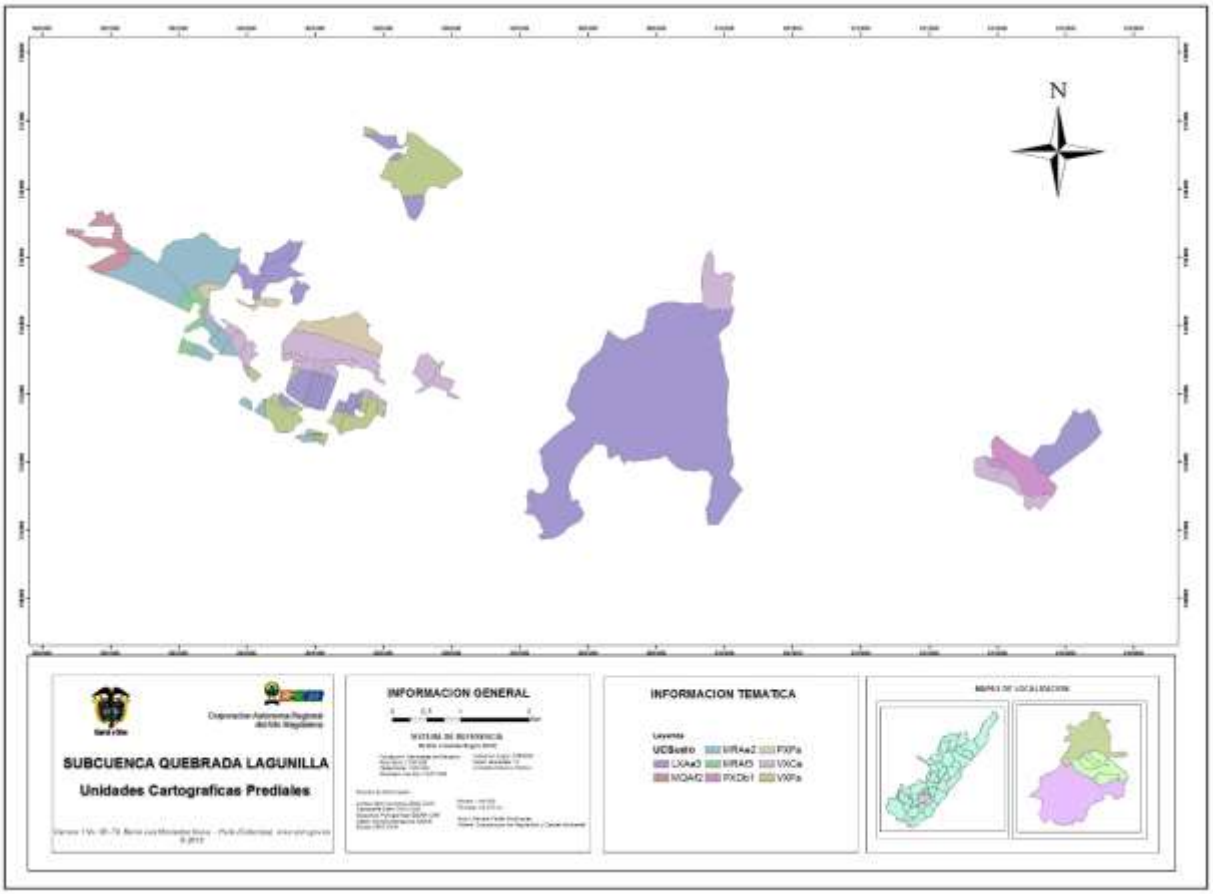


Figura 4: Unidades cartográficas presentes en los predios de los usuarios de la quebrada Lagunilla.

Los valores de los módulos de riego presentados en la tabla 3 tienen unidades de Lps (Litros por segundo).

Tabla 5: Módulos de riego para los diferentes cultivos presentes en la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor.

Cultivo / Serie de suelo	LXAe3	MRAe2	VXFa
CACAO	0,87	0,84	0,84
MAIZ	1	0,96	0,96
PASTO DE CORTE	0,75	0,75	0,75
CITRICOS	0,54	0,56	0,56
PLATANO	0,92	0,88	0,88
UVA	0,58	0,56	0,56
CAFE	0,84	0,84	0,84
FRUTALES	0,71	0,71	0,71
AGUACATE	0,71	0,71	0,71
PAPAYA	0,83	0,83	0,83
PIÑA	0,42	0,42	0,42
GUANABANA	0,37	0,37	0,37
TOMATE	0,96	0,96	0,96
VACAS	0,001331019		
AVES	0,000027		

Los valores de los módulos pecuarios (vacas, aves) fueron tomados de la bibliografía encontrada, para vacas (FEDEGAN, 2014) y para aves (IDEAM, 2010).

6.6.2. Módulo para consumo humano.

El módulo para consumo humano generado para los acueductos veredales se realizó mediante el cálculo de la proyección de la población (cabecera municipal).

Para la proyección de la población, en primer lugar, se definió el nivel de complejidad del sistema, es decir para los acueductos veredales presentes en la subcuenca de la quebrada Lagunilla tanto para el municipio de Tarqui (4) como para el municipio de El Pital (1). Esto se realizó por medio de la metodología propuesta dentro del RAS 2000 en su TITULO A y B.

Asignación del nivel de complejidad

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (1) (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios (2)
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio Alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Notas : (1) Proyectado al periodo de diseño, incluida la población flotante.
(2) Incluye la capacidad económica de población flotante. Debe ser evaluada según metodología del DNP.

Tabla 6: Asignación del nivel de complejidad del sistema. Fuente: RAS 2000.

Según el RAS los municipios de Tarqui y El Pital se encuentran en un nivel de complejidad Medio ya que la población total de cabecera municipal, según DANE es de 4329 y 4389 habitantes, respectivamente, para el año 2005.

Nivel de Complejidad del Sistema	Período de diseño máximo
Bajo, Medio y Medio alto	25 años
Alto	30 años

Tabla 7: Periodo de diseño máximo para el sistema. Fuente: RAS 2000.

A partir de la tabla 7 se determina el periodo máximo de diseño del sistema, según el nivel de complejidad, que para el caso de los dos municipios es de 25 años.

Métodos de cálculo permitidos según el Nivel de Complejidad del Sistema

	Nivel de Complejidad del Sistema			
Método por emplear	**Bajo**	**Medio**	**Medio alto**	**Alto**
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmétrico + Geométrico + exponencial + otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X

Tabla 8: Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema. Fuente: RAS 2000.

Los métodos utilizados para el cálculo de la proyección de la población son los siguientes: Aritmético, geométrico y exponencial. Los resultados se muestran a continuación:

Municipio/ Método	Aritmético	Geométrico	Exponencial
Tarqui	6109	7128	6700
El Pital	5510	5841	4745

Tabla 9: Datos de proyección de población mediante los métodos utilizados para los municipios de Tarqui y El Pital.

Después de obtener la proyección de la población, se procede a calcular la dotación neta según el nivel de complejidad del sistema, en este caso para los dos municipios la dotación es de 115 L/hab·d.

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Frío o Templado (L/hab·día)	Dotación neta máxima para poblaciones con Clima Cálido (L/hab·día)
Bajo	90	100
Medio	115	125
Medio alto	125	135
Alto	140	150

Tabla 10: Dotación neta máxima según el nivel de complejidad. Fuente: RAS 2000.

Según el RAS 2000, se debe hacer una correccion al valor de la dotacion neta según el clima donde se encuentra el sistema. Este calculo se hace mediante los valores que se muestran en la tabla 11.

Variación a la dotación neta según el clima y el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Clima cálido (Mas de 28°C)	Clima templado (Entre 20°C y 28°C)	Clima frio (Menos de 20°C)
Bajo	+ 15 %	+ 10%	No se admite Corrección por clima
Medio	+ 15 %	+ 10 %	
Medio alto	+ 20 %	+ 15 %	
Alto	+ 20 %	+ 15 %	

Tabla 11: Variación a la dotación neta según el clima y el nivel de complejidad del sistema. Fuente: RAS 2000.

El nivel de complejidad y el clima de los dos municipios (Tarqui y El Pital) indican que el factor de correccion del valor de la dotacion neta es de +15%.

Municipio	Dotacion neta (L·hab/d)
Tarqui	132,25
El Pital	132,25

Ya por ultimo se debe determinar el porcentaje maximo de perdidas tecnicas del sistema, que se realiza a traves del nivel de complejidad del sistema tal como se muestra en la siguiente tabla:

Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas

Nivel de complejidad del sistema	Porcentajes máximos admisibles de pérdidas técnicas para el cálculo de la dotación bruta
Bajo	40 %
Medio	30 %
Medio alto	25 %
Alto	20 %

Tabla 12: Porcentajes máximos admisibles de perdidas técnicas según el nivel de complejidad. Fuente: RAS 2000.

La ecuación de la dotación bruta relaciona los valores determinados de la dotación neta (d_{neta}) con su variación según el clima y el porcentaje de perdidas técnicas admisibles en el sistema($\%p$). Para los municipios de Tarqui y El Pital es de 188,9 $L \cdot hab/d$ ó 0,00218 $L \cdot hab/s$

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

Ecuación 4: Dotación Bruta. Fuente: RAS 2000

$$d_{bruta} = \frac{132{,}25}{1-0{,}3} = 188{,}9\ L \cdot hab/d = 0{,}00218\ L \cdot hab/s$$

7. PROYECTO DE REGLAMENTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES PROVENIENTES DE LA CORRIENTE QUEBRADA LAGUNILLA

7.1. Revisión de información y diagnóstico del estado de la subcuenca quebrada Lagunilla

7.1.1. Metodología censo de usuarios

En la fase de diagnóstico realizada a la subcuenca de la quebrada Lagunilla y sus principales afluentes se efectuó un censo de usuarios mediante recorridos a la quebrada, desde su nacimiento hasta su desembocadura identificando las captaciones sobre el cauce. A continuación, se muestran las etapas de la metodología utilizada.

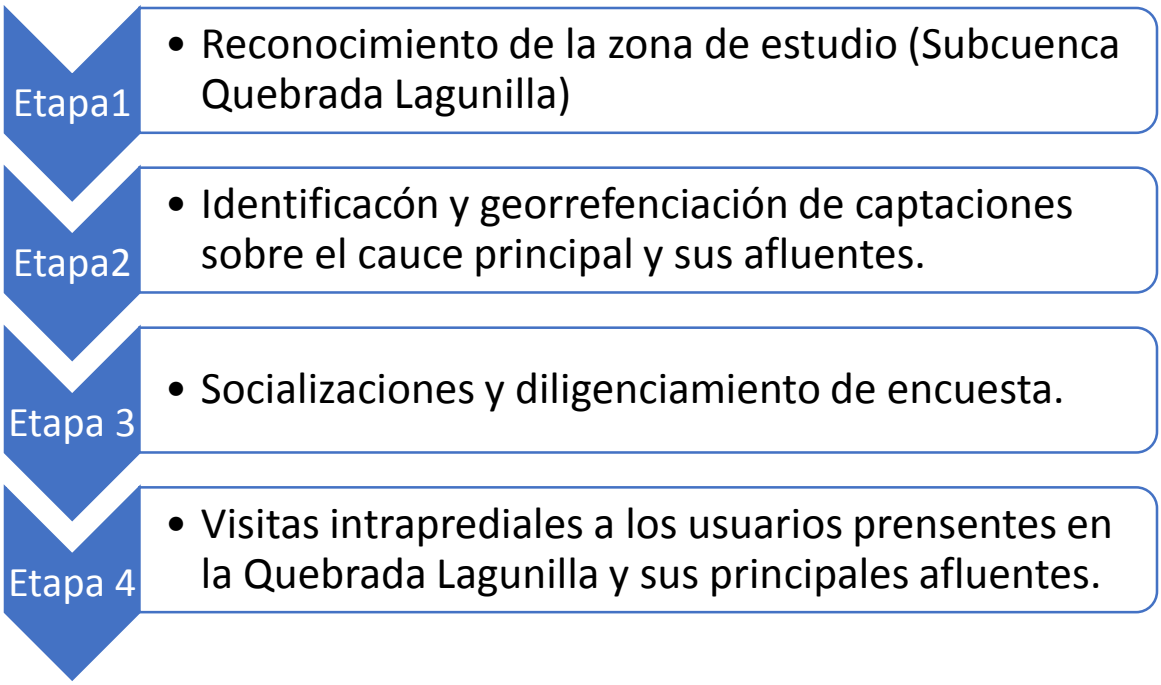


Figura 5: Etapas de la metodología utilizada para la recolección de información del censo de usuarios incluida en la fase diagnostica.

Durante los recorridos realizados en la etapa 2 se identificaron en total 106 captaciones presentes en el cauce principal y los afluentes de la quebrada Lagunilla, las captaciones están distribuidas de la siguiente forma: Ocho (8) captaciones mediante obras hidráulicas (Bocatoma de fondo) pertenecientes a distritos de riego (3) y acueductos veredales (5).

Y los 98 restantes corresponden a captaciones artesanales por usuarios, mediante mangueras de polietileno y de PVC, esta información se georreferencio y se obtuvo el mapa correspondiente, como se ve en la figura 6.

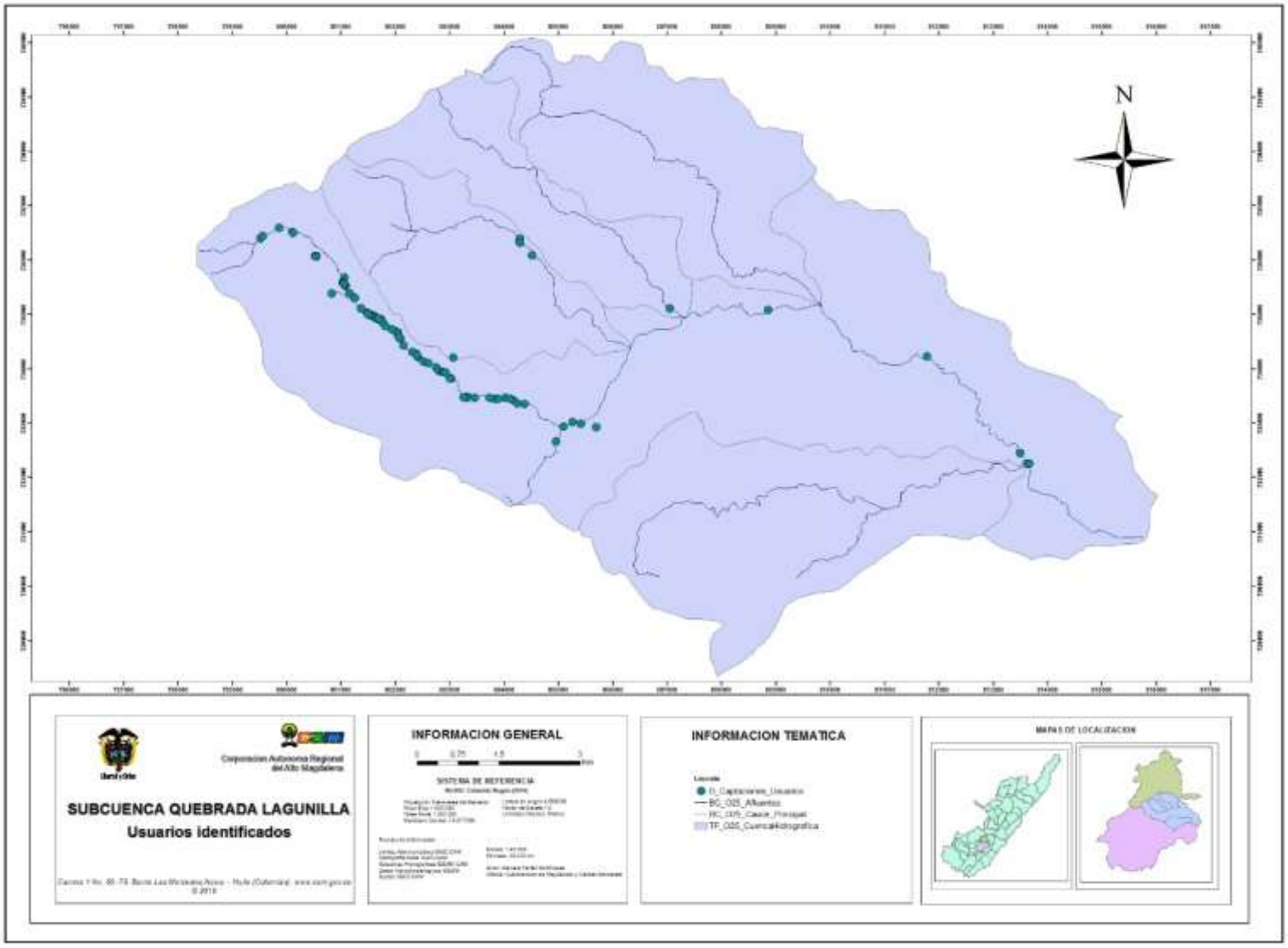


Figura 6:Usuarios identificados sobre los cauces de la subcuenca quebrada Lagunilla. Fuente: Autor.

En la tabla a continuación, se relacionan las captaciones más importantes dentro de la quebrada Lagunilla correspondiente a obras hidráulicas de acueductos veredales y distritos de riego.

Tabla 13: Captaciones con obras hidráulicas presentes en la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor.

Nombre de la captación	Cauce	Imagen
Acueducto veredal El Tambo	Quebrada La Negra	
Acueducto veredal El Pescado	Quebrada Eureka	
Acueducto veredal Buenos Aires	Quebrada Eureka	
Acueducto Veredal Lagunilla	Quebrada La Negra	
Acueducto veredal Arrayan Hato Viejo	Quebrada Lagunilla	
Distrito de riego ASOLAGUNILLA	Quebrada La Negra	

Distrito de riego ASOBUENOSAIRES	Quebrada La Negra	
Distrito de riego ASOTAMBO	Quebrada La Negra	

7.2. Oferta Hídrica

La oferta hídrica actual de la quebrada Lagunilla se determinó mediante aforos realizados a puntos estratégicos dentro de la cuenca, estos se ven georreferenciados en la figura 7 y en la tabla 14 los datos que se determinaron.

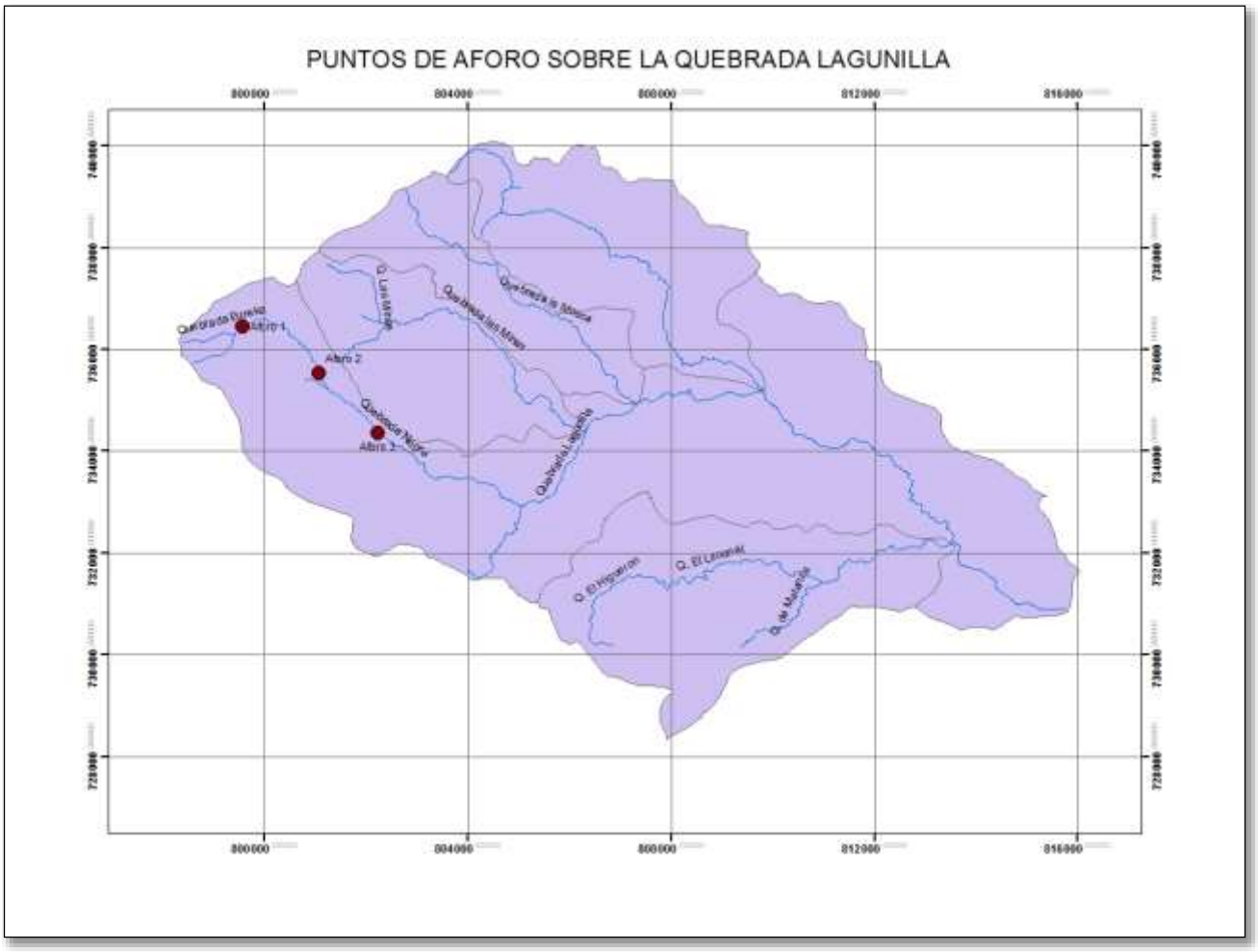


Figura 7: Puntos de aforos realizados dentro de la subcuenca de la quebrada Lagunilla. Fuente: Autor.

Tabla 14: Datos de los aforos realizados a la quebrada Lagunilla y sus afluentes.

Aforos	Fecha	Foto
El primer aforo se realizó en un punto cercano al nacimiento del afluente Quebrada Eureka en la vereda La Eureka de Tarqui, en el punto con coordenadas planas de origen Bogotá X799581 Y736454 a una altura de 1805 m.s.n.m., registrando un valor de 19 L/s. **Observaciones:** El día del aforo se presentaron lluvias esporádicas.	20 de enero de 2017	

El segundo aforo se ejecutó en la misma quebrada Eureka antes de su desembocadura en la Quebrada Negra, en un punto donde ya se ha recargado, las coordenadas planas son X 801067 Y 735526 a una altura de 1425 m.s.n.m., registrando un valor de 179 L/s. **Observaciones:** Los días anteriores se presentaron fuerte lluvias.	6 de abril de 2017	
El tercer y último aforo se realizó en el punto con coordenadas planas X802232 Y734348 a una altura de 1272 m.s.n.m. sobre la Quebrada La Negra dando un resultado de 354 L/s **Observaciones:** Los días anteriores se presentaron fuerte lluvias.	6 de abril de 2017	

Es importante mencionar que también se cuentan con registros de aforos históricos de la subcuenca quebrada Lagunilla, realizados por esta corporación. Los datos se muestran a continuación:

Tabla 15: Tabla de aforos históricos de la quebrada Lagunilla. Fuente: CAM.

Coordenadas Planas	X 805837 Y 733552 Z 966	X 804440 Y 733327 Z 1060	X 803450 Y 733457 Z 1049	X 803302 Y 733482 Z 1132	X 801559 Y 734993 Z 1394	X 802175 Y 734976 Z 1233	X 802225 Y 734348 Z 1238	Observaciones
Fecha de aforo	Aguas abajo bocatoma acueducto lagunilla-puente vía	A .Arriba bocatoma acueducto Lagunilla.	A .Arriba captación finca san Alfonso y otras	Aguas arriba bocatoma distrito de riego Asolagunilla.	Inmediaciones captación distrito de riego Asotambo-Buenos Aires.	Aguas arriba de la bocatoma del distrito de riego	Aguas abajo afluente quebraditas batea vía Las Mercedes	
	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	
12/03/2010		0,36	18,9	48				Tiempo seco
11/11/2011					72			lluvias
19/04/2012						180		Lluvias
13/09/2013	2,35	0	17,2	45				Tiempo seco
12/11/2013					75,2	81		Lluvias
28/10/2014	46,9	40,71		36,15	12,25		31,57	Lluvias
8/05/2015	8,99	5,05		41,27	36,49		44,12	Tiempo seco
21/08/2015	0	0		3,45	17,7		13,1	Tiempo seco
23/08/2016		27,32		14,1	12		11	Tiempo seco

7.3. Demanda Hídrica

Ver anexo Documento en Excel CUADRO DE DISTRIBUCION QUEBRADA LAGUNILLA.

8. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la información recolectada del censo de usuarios, la demanda de agua es mayor que la oferta obtenida en los aforos históricos realizados a la fuente hídrica en época de verano.

- En las épocas de verano, cuando los caudales medios se merman ostensiblemente, se presentan varios conflictos por el uso del agua, debido a que los usuarios de la parte alta extraen la mayoría del recurso dejando a los usuarios de la parte baja sin ningún tipo

- Al no existir obras de medición y control de caudal que permitan solamente captar lo autorizado, se incremente el problema de sobreexplotación al recurso hídrico.

9. BIBLIOGRAFIA

- D., G., Ruiz, J., & M., C. (2014). Regionalizacion de Colombia segun la estacionalidad de la precipitacion media mensual, a traves de analisis de componentes principales. *IDEAM*.
- FEDEGAN. (2014). *Alternativas para enfrentar una sequia prolongada en la ganaderia Colombiana.* Bogotá.
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua.* Bogotá.
- IGAC. (1994). *Estudio General de suelos del Departamento del Huila.* Santa fé de Bogotá.
- Instituto Nacional de Ecologia. (2004). *Análisis Morfométrico de cuencas: Caso estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro.* Mexico.

10. ANEXOS

10.1. Encuesta

CORPORACION AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA - CAM

ENCUESTA: CENSO DE USUARIOS, USO Y APROVECHAMIENTO DELAGUA

REGLAMENTACIÓN DE LAS AGUAS DE LA CORRIENTE LAGUNILLA - MPIOS TARQUI Y EL PITAL(HUILA)

INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Persona Natural ☐
Persona Juridica ☐ Pública ☐ Privada ☐

Nombre o Razón Social: _____

C.C. ☐ NIT ☐ No. _____ de _____

Dirección: _____ Ciudad: _____

Teléono (s): _____ E-mail: _____

Representante Legal: _____

C.C. _____ de: _____

Dirección: _____ Ciudad: _____

Teléono (s): _____ E-mail: _____

Calidad en que actúa: Propietario: ☐ Arrendatario: ☐ Poseedor: ☐ Otro: ☐

INFORMACION DEL PREDIO

Nombre: _____ Area (Ha): _____

Dirección del predio: _____ Urbano ☐ Rural ☐

Departamento: _____ Municipio: _____ Vereda: _____

Código Catastral: _____ Actividad: _____

Actual propietario: _____ Anterior Propietario: _____

INFORMACION DEL AGUA

Tiene concesión: Si ☐ No ☐ Caudal concesionado: _____

Titular concesión: _____ Nombre Derivación: _____

Coordenadas captación: X: _____ Y: _____

Tipo de Captación: Artesanal: ☐ Estructural: ☐ Bombeo: ☐ Otro: ☐ _____

Tipo de Conducción: Tubería: ☐ Manguera: ☐ Canal revestido: ☐ Canal sin revestir: ☐

USO Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

Doméstico: ☐ No. personas permanentes: _____ No. personas transitorias: _____

Recreacional: ☐ Piscina: ☐ Lago: ☐ Area (m²): _____ No. Personas que usan el servicio: _____

Pecuario: ☐

Ganadería: ☐ Piscicultura: ☐ Almacenamiento de agua: ☐

Animal	No. Cabezas
Caballos, mulas	
Vacunos	
Cerdos	
Ovejas, cabras	
Aves	

No. Peces	
No. Lagos	
Área Lagos (m²):	
Permiso Vertimientos?	

No. Reservorios:	
Volumen (m³):	
Usos:	
Tiempo de recarga:	
Tiempo de descarga:	

Agricola: ☐ Tipo de riego

CULTIVO	AREA (Ha) REPORTADA	AREA (Ha) VERIFICADA

Goteo: ☐ Aspersión: ☐

Superfície: ☐ Microaspersión: ☐

Frecuencia de riego: _____

Industrial: ☐ Clase de industria: _____ Demanda (m³): _____

Generacion de energía - Cuál?: _____

Abastecimiento: ☐ Acueducto: Veredal: ☐ Vereda: _____ No. Usuarios: _____

Municipal: ☐ Municipio: _____ E.S.P: _____ No. Usuarios: _____

Otro: ☐ Cuál?: _____

OBSERVACIONES _____

_____

_____

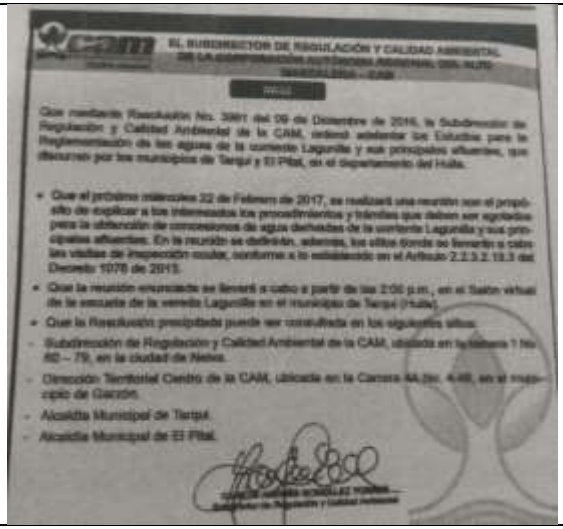
_____

_____

_____ _____ **FECHA:** DD MM AA

FIRMA DEL SOLICITANTE **FIRMA DEL ENCUESTADOR**

10.2. Material divulgativo de socialización.

<table>
<tr><td></td><td>
EL SUBDIRECTOR DE REGULACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL
Que mediante Resolución No. 3991 del 09 de Diciembre de 2016, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, ordenó adelantar los Estudios para la Reglamentación de las aguas de la corriente Lagunilla y sus principales afluentes, que discurren por los municipios de Tarqui y El Pital, en el departamento del Huila.
• Que el próximo miércoles 22 de Febrero de 2017, se realizará una reunión con el propósito de explicar a los interesados los procedimientos y trámites que deben ser agotados para la obtención de concesiones de agua derivadas de la corriente Lagunilla y sus principales afluentes. En la reunión se definirán, además, los sitios donde se llevarán a cabo las visitas de inspección ocular, conforme a lo establecido en el Artículo 2.2.3.2.13.3 del Decreto 1076 de 2015.
• Que la reunión enunciada se llevará a cabo a partir de las 2:00 p.m., en el Salón virtual de la escuela de la vereda Lagunilla en el municipio de Tarqui (Huila).
• Que la Resolución precipitada puede ser consultada en los siguientes sitios:
- Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, ubicada en la carrera 1 No. 60 – 79, en la ciudad de Neiva.
- Dirección Territorial Centro de la CAM, ubicada en la Carrera 4A (bis. 4-46, en el municipio de Garzón.
- Alcaldía Municipal de Tarqui.
- Alcaldía Municipal de El Pital.</td></tr>
<tr><td>Foto 1: Primera socialización con la comunidad. Fecha: 21 de enero 2017. Lugar: Escuela Vereda Lagunilla</td><td>Foto 2: Publicación en medios de las reuniones de socialización. Periódico La Nación.</td></tr>
<tr><td>
EL SUBDIRECTOR DE REGULACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA – CAM
AVISA
Que mediante Resolución No. 3991 del 09 de Diciembre de 2016, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, ordenó adelantar los Estudios para la Reglamentación de las aguas de la corriente Lagunilla y sus principales afluentes, que discurren por los municipios de Tarqui y El Pital, en el departamento del Huila.
Que el próximo miércoles 22 de Febrero de 2017, se realizará una reunión con el propósito de explicar a los interesados los procedimientos y trámites que deben ser agotados para la obtención de concesiones de agua derivadas de la corriente Lagunilla y sus principales afluentes. En la reunión se definirán, además, los sitios donde se llevarán a cabo las visitas de inspección ocular, conforme a lo establecido en el Artículo 2.2.3.2.13.3 del Decreto 1076 de 2015. Que la reunión enunciada se llevará a cabo a partir de las 2:00 p.m., en el Salón virtual de la escuela de la vereda Lagunilla en el municipio de Tarqui (Huila).
Que la Resolución precipitada puede ser consultada en los siguientes sitios:
Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, ubicada en la carrera 1 No. 60 – 79, en la ciudad de Neiva.
Dirección Territorial Centro de la CAM, ubicada en la Carrera 4A No. 4-46, en el municipio de Garzón.
Alcaldía Municipal de Tarqui.
Alcaldía Municipal de El Pital.</td><td></td></tr>
<tr><td>Foto 3: Publicación en medios de las reuniones de socialización. Periódico Diario del Huila.</td><td>Foto 4: Socializacion con la comunidad. Fecha: 22 de Febrero de 2017. Lugar: Escuela Vereda Lagunilla</td></tr>
</table>