

**DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE MANANTIALES EN LA MICROCUENCA DE LA
QUEBRADA EL ESTORAQUE, MUNICIPIO DE LA VEGA, CAUCA.**

**Autor:
JORGE LUIS HOYOS RENGIFO**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN ORDENAMIENTO Y GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS
HIDROGRÁFICAS
BOGOTÁ
2.017**

**DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE MANANTIALES EN LA MICROCUENCA DE LA
QUEBRADA EL ESTORAQUE, MUNICIPIO DE LA VEGA, CAUCA.**

**Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Ordenamiento y Gestión Integral
de Cuencas Hidrográficas**

**Autor:
JORGE LUIS HOYOS RENGIFO**

**Directora:
ESTRELLA CÁRDENAS CASTRO
Bióloga, MSc. Ciencias Agrarias**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
ESPECIALIZACIÓN EN ORDENAMIENTO Y GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS
HIDROGRÁFICAS
BOGOTÁ
2.017**

Nota de Aceptación

El Director y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, D. C. __ de _____ 2017.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Ecilda Hoyos Rengifo, que en todo momento ha sido la persona que ha creído en mis capacidades y ha dado lo mejor de sí para contribuir en mi superación como persona.

A la mi familia Hoyos Rengifo, quienes me ha inculcado valores y principios para hacer de mí una buena persona, además de motivarme constantemente en mi vida profesional.

A la señora Lidia Hoyos Rengifo y el señor Jairo Carvajal Burbano, por acogerme como un miembro más de su familia y permitirme la oportunidad de alcanzar mis objetivos.

A las juntas de acción comunal del Corregimiento El Palmar y de La Vereda El Estoraque, por permitirme realizar el presente diagnóstico dentro de su territorio.

A los señores Libar Hoyos Rengifo y Rurico Ordoñez Galindez, por el acompañamiento durante el recorrido realizado dentro de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque en el reconocimiento de los manantiales.

A la señora Reina Juzpian, por su hospitalidad y colaboración en el transcurso de mis estudios.

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN	2
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
3. JUSTIFICACIÓN	5
4. OBJETIVOS	7
4.1. Objetivo General.....	7
4.2. Objetivos Específicos.....	7
5. MARCO REFERENCIAL.....	8
5.1. Estado del Arte.....	8
5.2. Marco Conceptual.....	8
6. METODOLOGÍA.....	11
6.1. Localización del Área de Estudio.	11
6.2. Herramientas.	12
6.3. Procedimiento	12
7. RESULTADOS.....	15
7.1. Distribución geográfica y altitudinal de los manantiales a lo largo de la microcuenca y clasificarlos por zonas de acuerdo a las curvas de nivel.	15
7.2. Cuantificación del caudal de cada manantial utilizando balde volumétrico y cronómetro	16
7.3. Identificación los principales usos del suelo de cada manantial, por medio de la observación presencial	17

7.4. Identificar sobre que coberturas vegetales se ubican los manantiales a partir imágenes satelitales Landsat 8	18
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	20
9. CONCLUSIONES	23
10. RECOMENDACIONES	24
Bibliografía	25
ANEXOS	27

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación de la microcuenca de la Quebrada EL Estoraque.	11
Figura 2. Ubicación geográfica de manantiales.	15
Figura 3. Ubicación de cada manantial de acuerdo a su caudal.	16
Figura 4. Número de manantiales a su caudal.	17
Figura 5. Uso actual de los manantiales de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque	17
Figura 6. Distribución de los manantiales de acuerdo al uso actual.	18
Figura 7. Distribución de los manantiales de acuerdo a la cobertura de la tierra.	19

Anexos

Anexo A. Distribución altitudinal, geográfica y de zona de los manantiales a los largo de la microcuenca de la quebrada El Estoraque.	27
Anexo B. Caudal de cada manantial	28
Anexo C. Principales usos del suelo presentes en cada manantial.	29
Anexo D. Coberturas de la tierra que se ubican en los manantiales.	30

DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE MANANTIALES EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA EL ESTORAQUE, MUNICIPIO DE LA VEGA, CAUCA.

RESUMEN

En el presente estudio se aborda la distribución superficial de manantiales en la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, localizada en inmediaciones del corregimiento El Palmar y la vereda El Estoraque. La información sobre los recursos naturales generada con este trabajo, contribuirá para que las comunidades asentadas en estos territorios adquieran una cultura del agua que les permitan su mejor uso, manejo y aprovechamiento.

El presente estudio se realizó entre los meses de septiembre a octubre del año 2016, se desarrolló en dos fases la primera en campo y la segunda en oficina. El análisis de la distribución espacial de los manantiales se realizó de acuerdo a la ubicación geográfica de los manantiales, el caudal, los usos del suelo y el tipo de coberturas de la tierra sobre los cuales se localizaban estos manantiales. En la fase de campo se realizaron recorridos en la microcuenca para identificar los manantiales y hacer las respectivas mediciones, en la etapa de oficina se elaboraron mapas a partir del Sistema de Información Geográfica - SIG. En el resultado del estudio se identificaron 37 manantiales, destacándose que el 59% de los manantiales identificados se ubica en la zona media, el 51% presentan caudales entre 1L y un intervalo entre 0 a 20 segundos, el 41% se encuentra en zonas con usos ganaderos y por último, el 73% se ubican en coberturas definidas como bosque natural.

Palabras clave: Distribución, Manantial, Microcuenca, Quebrada El Estoraque.

1. INTRODUCCIÓN

En este estudio la distribución espacial de los manantiales dentro de una microcuenca, se plantea teniendo en cuenta cuatro aspectos, a saber su ubicación geográfica, el caudal, los usos del suelo y el tipo de coberturas de la tierra presentes en las áreas sobre las cuales se localizan. Este estudio permite identificar la ubicación espacial dentro de la microcuenca, la oferta ambiental y la presencia de áreas naturales protegidas.

El estudio se llevó a cabo en la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, la cual se ubica al occidente del municipio de La Vega, en el departamento del Cauca, en inmediaciones del corregimiento El Palmar y la vereda El Estoraque. En la Quebrada El Estoraque se cuenta con una variedad de ecosistemas naturales y una gran riqueza en flora y fauna. Las comunidades del corregimiento El Palmar y la vereda El Estoraque velan por la conservación y respeto de sus recursos naturales, por lo cual es necesario el conocimiento en detalle de los recursos naturales con los que cuentan, en especial lo correspondiente a sus manantiales, para gestionar alternativas de conservación y manejo.

Dadas las circunstancias de la actualidad tanto a nivel mundial y local donde es palpable reconocer el agotamiento de los recurso naturales, con este tipo de estudios se puede obtener información que permita a la comunidad generar conocimiento acerca de la oferta ambiental de la cual dispone en su microcuenca, lo cual es un aporte para la cultura del agua, también se espera que este estudio sea utilizado en las instituciones educativas para que las nuevas generaciones adopten un sentido de pertenencia hacia sus recursos y se puedan crear mecanismos de conservación.

Con este estudio se busca aportar a la solución de la problemática que se tiene respecto a la falta de información sobre recursos naturales en específico lo relacionado con manantiales, ya que por medio del conocimiento de los recursos se puede generar la protección o uso sustentable.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad tanto a nivel mundial como nacional se buscan la manera de conservar y proteger los recursos naturales, y aunque hay diversidad de estudios al respecto, algunas zonas o regiones no cuentan con dicha información donde se estudie con mayor detalle los recursos naturales, este es el caso de las comunidades del corregimiento El Palmar y la vereda El Estoraque, a pesar de que viven en una microcuenca que les ofrece una gran oferta ambiental, a un no cuentan con estudios de los recursos naturales de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, lo cual impide generar una sensibilización hacia la conservación de los recursos naturales como es el caso de los manantiales naturales.

Entre las causas por las cuales no se tiene este tipo de estudios son principalmente recursos técnicos y económicos, así como la falta de trabajos investigativos por parte de las instituciones gubernamentales con las comunidades.

La falta de estudios acerca de la distribución de los manantiales genera indiferencia, impide dimensionar características cualitativas y cuantitativas, así como su valor de importancia, además la falta de este tipo de estudios impide la gestión y la búsqueda de estrategias de conservación.

El presente trabajo, contribuye al conocimiento actual de la ubicación y distribución de los manantiales existentes dentro de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque; con el propósito de generar información sobre este recurso natural y generar sensibilización a las personas sobre la cultura del agua de la microcuenca.

3. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio es competente con la especialización de ordenamiento y gestión integral de cuencas hidrográficas porque se enfoca en el componente hídrico de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, el cual genera resultados de tipo informativo para generar conocimiento que benefician a la comunidad y puedan crear una nueva cultura del agua, además de gestionar estrategias de conservación.

La distribución y caracterización de los manantiales de la microcuenca de la quebrada El Estoraque consiste en determinar la ubicación geográfica de los manantiales, su caudal, el uso del suelo y los tipos de coberturas de la tierra presentes en las áreas donde se localizan.

Con este estudio se desea hacer un documento de carácter informativo, diseñado para la comunidad y principalmente para las instituciones educativas, del que se pueda aprender, conocer y dimensionar sobre los manantiales. La perspectiva que se tiene es que por medio de esta información la comunidad vaya adquiriendo una sensibilidad por la cultura del agua, para de este modo generar conciencia y valor de importancia hacia la conservación de estas fuentes hídricas.

La ejecución de este estudio se desarrolla en dos etapas, una correspondiente a trabajo de campo y la otra en trabajo de oficina principalmente en la elaboración de la cartografía respectiva. Entre los requerimientos para el desarrollo del trabajo se tiene el acompañamiento de una persona de la zona que conozca la microcuenca y pueda ayudar en la ubicación de los manantiales, el empleo de imágenes de sensores remotos de la zona de estudio y un GPS para la determinación de las coordenadas de los sitios donde se ubican los manantiales. Teniendo en

cuenta que se dispone del conocimiento técnico, de la disponibilidad de tiempo, del recurso económico y de las herramientas necesarias para el desarrollo del trabajo, la ejecución de este estudio es viable.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Identificar la distribución superficial de manantiales en la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, en inmediaciones del corregimiento El Palmar y la vereda El Estoraque, en el municipio de La Vega, en el departamento del Cauca.

4.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la distribución geográfica y altitudinal de los manantiales a los largo de la microcuenca y clasificarlos por zonas de acuerdo a las curvas de nivel.
- Cuantificar el caudal de cada manantial utilizando balde volumétrico y cronómetro.
- Identificar los principales usos del suelo presentes en de cada manantial, por medio de la observación presencial.
- Identificar el tipo de coberturas de la tierra que se ubican en los manantiales, tanto en oficina como en campo.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. Estado del Arte

Teniendo en cuenta el estudio publicado por (Quispe, 2015), en la investigación de las fuentes hídricas es importante identificar la ubicación geográfica y altitudinal, cuantificar el caudal mediante aforos, así como determinar la unidad de estudio de acuerdo a la necesidad de personas que se beneficiarán del estudio, ya que el análisis es diferente si el tratamiento de la información es para una cuenca o si es para una región delimitada políticamente.

De acuerdo al estudio publicado por (Paisig, 2015), se aprecia la importancia de ubicar geográficamente las fuentes hídricas dentro de una microcuenca para establecer una línea base y una base de datos, para que en el futuro esta información sea utilizada como monitoreo en cuanto al aumento o disminución de caudales, por otro lado para proponer estrategias de racionalización para uso adecuado y sostenible de dichas fuentes.

5.2. Marco Conceptual

Para entender la distribución espacial de un manantial, debemos saber que es el resultado la interacción de diferentes componentes y fenómenos físicos como la ubicación geográfica, la altitud, la composición florística, y la distribución que se da los recursos de acuerdo a los asentamientos presentes y las necesidades de la gente (Guerrero, 2011).

Se entiende como manantial al punto por el cual fluye agua a la superficie de la tierra, este es un fenómeno natural que está sujeto a diversos fenómenos y composiciones naturales

como son: ciclos hídricos, la conformación geológica, los procesos de infiltración los acuíferos, entre otros (Rubio, 2011).

Por medio de los sistemas de información geográfica - SIG se puede hacer capturas, modelaciones y graficar elementos de la superficie terrestre referenciados espacialmente, lo cual permite hacer análisis de la topología de un determinado lugar como por ejemplo una microcuenca (Carmona, 2004).

En el ejercicio de georreferenciar una determinada área superficial, se emplean sistemas de proyección de coordenadas aceptados por las autoridades competentes en la materia, para el caso Colombia esta entidad es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, quien establece los lineamientos para la localización geográfica y espacial de los puntos en todo el territorio nacional (Paez, 2013).

Entre los diferentes usos del suelo que se da a los manantiales, están las actividades cotidianas en los hogares, y las actividades económicas de los sectores agropecuario, industrial y ganaderos (Martín, 2009).

Al medir el caudal de un manantial se puede conocer la cantidad de agua que transita en determinado lugar en unidades de volumen, esta actividad se puede hacer de manera directa o indirecta, uno de los métodos directos es la utilización de balde volumétrico y cronómetro (Pulido, 2014).

Desde la nueva cultura del agua podemos hacer estudios a la fuentes hídricas con un propósito integro desde un proceso científico y ético, para que permita a las comunidad en general darle un sentido de pertenencia y valorar cada una de las fuentes de las cuales dispone dada la importancia ecosistemita y económica (Américo, 2007).

El Artículo 3, del decreto 1640 de 2012, define la cuenca hidrográfica como el área donde aguas superficiales y subterráneas vierten su caudal a un caudal mayor, como son los ríos, depósitos naturales o el mar, y su delimitación se da por la línea divisoria de aguas o cota mayor entre cuenca y cuenca (Decreto1640, 2012).

6. METODOLOGÍA

6.1. Localización del Área de Estudio.

Este estudio se llevó a cabo en la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, la cual tiene un área de 489,5 Ha, se ubica en la parte occidental del municipio de La Vega en el departamento del Cauca, geográficamente está a una longitud de $76^{\circ} 52' 8.76''$ Oeste y a una latitud $2^{\circ} 4' 7.32''$ Norte. Limita al norte con la microcuenca de la Quebrada Piedra Negra y el drenaje natural El Limón, al sur con la microcuenca del Río Mazamorras, al oriente con la microcuenca de la Quebrada La Plata y al occidente con la microcuenca de la Quebrada Los Huevos. En la **Figura 1**, se observa la localización general de la microcuenca, en el contexto nacional.

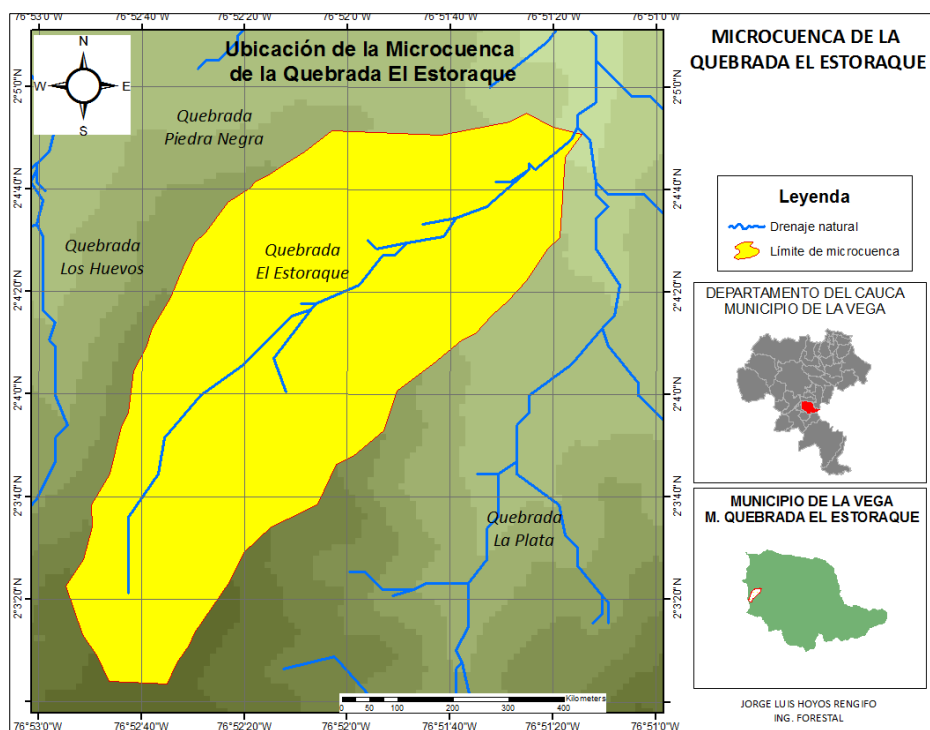


Figura 1. Ubicación de la microcuenca de la Quebrada EL Estoraque.

6.2. Herramientas.

Las herramientas utilizadas para llevar a cabo el estudio de la distribución de los manantiales fueron las siguientes:

- Balde volumétrico. Herramienta con medidas de volumen en litros, se utiliza para determinar el caudal de cada manantial.
- Cronómetro. Instrumento digital para medir el tiempo en minutos y segundos, se utiliza para saber cuántos litros por segundo de agua aflora cada manantial.
- GPS. Instrumento digital para determinar la ubicación geográfica y altura sobre el nivel del mar.
- Software libre para manejo de Sistemas de Información Geográfica (QGIS 2.18.)
Software para el manejo de información geográfica, que permite desarrollar cartografía y otras operaciones geomáticas, a partir de datos en formatos ráster y vectorial.

6.3. Procedimiento

La investigación de este proyecto se enfoca en el sector hídrico específicamente sobre la distribución de manantiales dentro de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, y el desarrollo de esta investigación se dividió en dos etapas. En la primera etapa se hizo trabajo de campo, el cual consistió en recorrer la microcuenca con una persona de la zona, la cual ubicaba los sitios donde se encuentran los manantiales, una vez ubicados los manantiales y por medio de la utilización del GPS se procedía a georreferenciar y determinar la altitud, con el balde

volumétrico y el cronómetro se cuantificó el caudal; dichas actividades se realizaron en dos días trabajando por más de 8 horas continuas.

En la segunda etapa se trabajó con la información geográfica, para lo cual se utilizó el Software QGIS 2.18., inicialmente se descargó de internet la imagen satelital GeoTiff, con fecha 2.001-08-24 (Srtm.csi.cgiar.org, 2016), a partir de esta imagen satelital se extrajeron las curvas de nivel, con las cuales se generó un TIN, (Triangulated Irregular Network o Red de Triángulos Irregulares), del cual se obtuvo un Modelo de Elevación Digital - DEM, que sirvió de base para delimitar la microcuenca y obtener los drenajes naturales, que luego fueron convertidas en formato shapefile. Los manantiales identificados con ayuda del GPS fueron convertidos en formato shapefile con el nombre “manantiales”.

Para determinar la distribución geográfica y altitudinal de los manantiales a lo largo de la microcuenca y clasificarlos por zonas de acuerdo a las curvas de nivel, se utilizó un GPS para realizar la georreferenciación, posteriormente en oficina con la ayuda del programa QGIS 2.18., la información obtenida fue agregada a la tabla de atributos de la capa vectorial manantiales, y de este modo se hizo la superposición con la capa vectorial denominada curvas de nivel. Una vez superpuestas las capas vectoriales, se determinó que los manantiales se distribuían entre las curvas de nivel 1.600 y 2.200, de tal manera que esta distancia se dividió cada 200 m y se categorizaron tres zonas, una alta, una media y una baja para tener un mayor orden, en la zona alta se definieron las curvas de nivel 2.200 a 2.000, la zona media las curvas entre 2.000 a 1.800, y la zona baja las curvas entre 1.800 a 1.600, a partir de esta información y por medio de la simbología del QGIS 2.18., se elaboró un mapa que representa dicho resultado.

En la cuantificación del caudal de cada manantial utilizando balde volumétrico y cronómetro, se definió como unidad de volumen un 1 Litro sobre los intervalos de tiempo en segundos correspondientes a 0 -10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 40, 40-50, 50 - 60, 60 - 70, 70 – 80 y los tiempos que estaban por encima de los 80 segundos, la medición del caudal se repitió cinco veces y se promedió. Con ayuda del programa QGIS 2.18., se digitalizó la información obtenida en la tabla de atributos de la capa vectorial manantiales y se elaboró el mapa utilizando simbología que diferenciara caudales de cada manantial a lo largo de la microcuenca.

Respecto a la identificación de los principales usos del suelo de cada manantial, se hizo un recorrido en la microcuenca y se observaron los usos en cuanto a actividades domésticas, agrícolas y ganaderas, también se destacaron los usos mixtos teniendo en cuenta los usos ya mencionados como los usos en agricultura – doméstico – ganadero, doméstico – ganadero y doméstico - agricultura.

La identificación de coberturas de la tierra que hacían parte de los manantiales, se realizó a partir de la interpretación de imágenes satelitales y con la ayuda de QGIS 2.18., en el procedimiento de identificación de coberturas, se definió un color natural utilizando la superposición de las capas 4, 3 y 2, obtenida la imagen de las capas se realizó una clasificación supervisada de las coberturas naturales, para lo cual se seleccionó 9 colores, lo cual permitió la identificación de cuatro coberturas principales, los bosques, la sucesión vegetal (rastrojos), los cultivos agrícolas y potreros.

7. RESULTADOS

7.1. Distribución geográfica y altitudinal de los manantiales a lo largo de la microcuenca y clasificarlos por zonas de acuerdo a las curvas de nivel.

En la microcuenca de la quebrada EL Estoraque se identificaron 37 manantiales de los cuales el 19% se ubica en la zona alta, el 59% se ubica en la zona media y el 22% se ubica en zona baja, también se pudo identificar en el sector derecho 15 manantiales y en el sector izquierdo 22 manantiales respectivamente como se observa en la **Figura 2**.

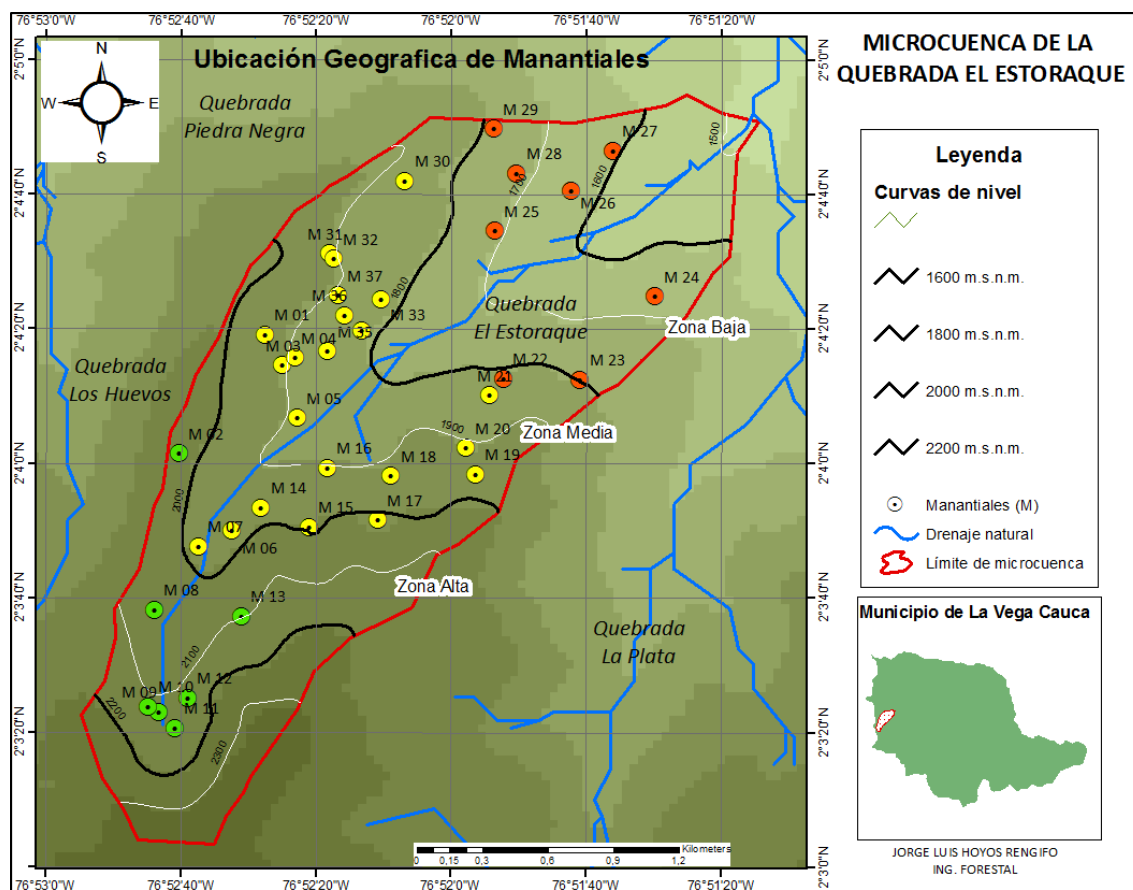


Figura 2. Ubicación geográfica de manantiales.

7.2. Cuantificación del caudal de cada manantial utilizando balde volumétrico y cronómetro

Se logró cuantificar el caudal de los 37 manantiales; donde el 51% tiene caudales de un 1 litro (1L) en un intervalo de tiempo entre cero y 20 segundos (0-20seg), el 41% tiene caudales de un litro (1L) en un intervalo de tiempo entre 20 y 80 segundos (20-80seg), los demás manantiales tienen un caudal de un litro (1L) con un tiempo mayor a 80 segundo (>80seg), en la **Figura 3** se observa la distribución del caudal y en la **Figura 4** los valores en porcentajes de cada caudal.

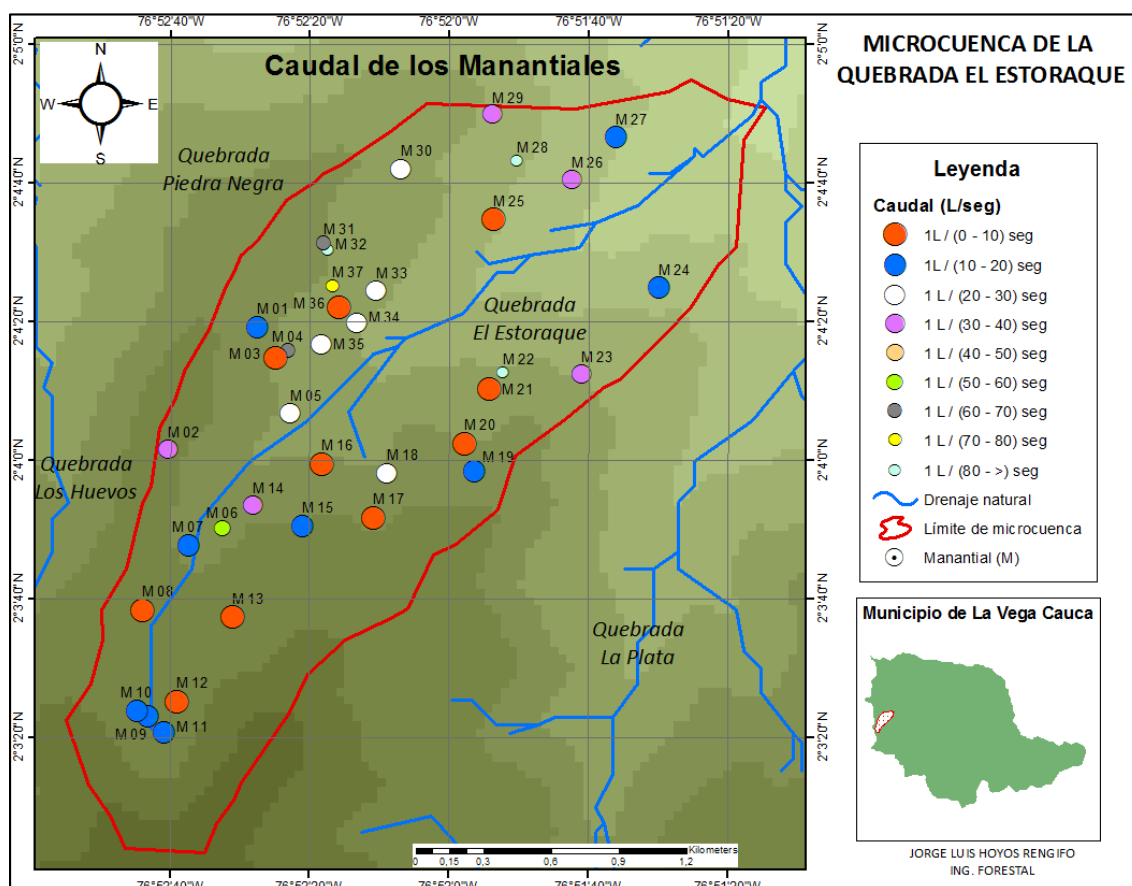


Figura 3. Ubicación de cada manantial de acuerdo a su caudal.

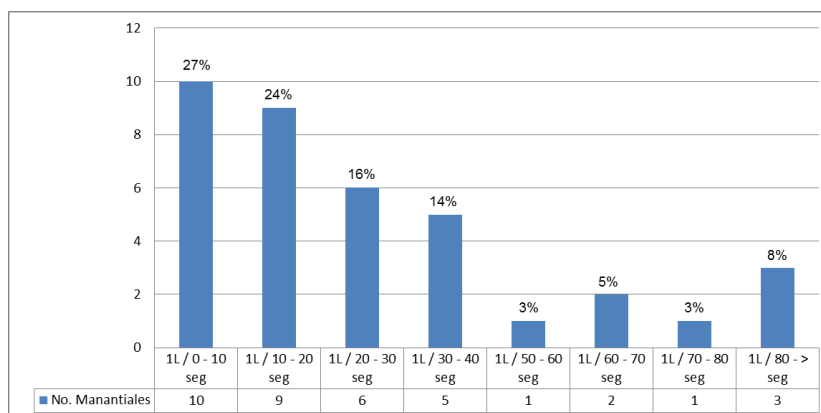


Figura 4. Número de manantiales a su caudal.

7.3. Identificación los principales usos del suelo de cada manantial, por medio de la observación presencial

En los 37 manantiales identificados se pudo observar que 35 tienen usos directos, y de estos 35 manantiales el 5% tiene uso en actividades domésticas, el 24% tiene uso en actividades agrícolas y el 41% tiene uso en actividades de ganadería, el 5% tiene uso compartido agrícola – doméstico – ganadero, el 14% tiene uso doméstico – ganadero, y el 5% tiene uso agrícola – doméstico, En la **Figura 6** se observa la distribución de los manantiales respecto a su uso y en la **Figura 5** los valores de cada manantial y su porcentaje según el uso actual.

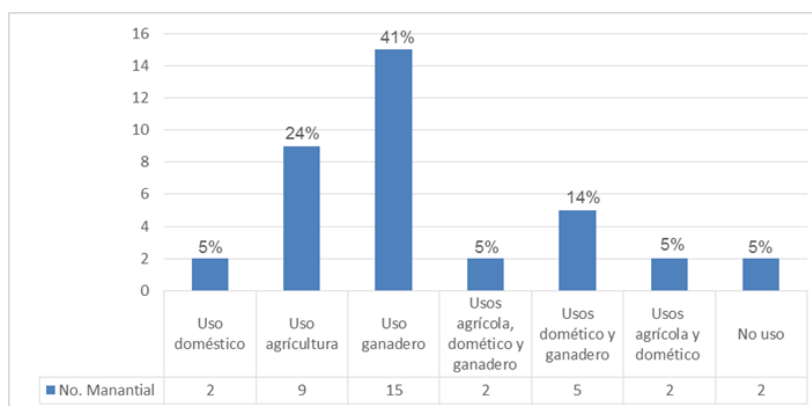


Figura 5. Uso actual de los manantiales de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque.

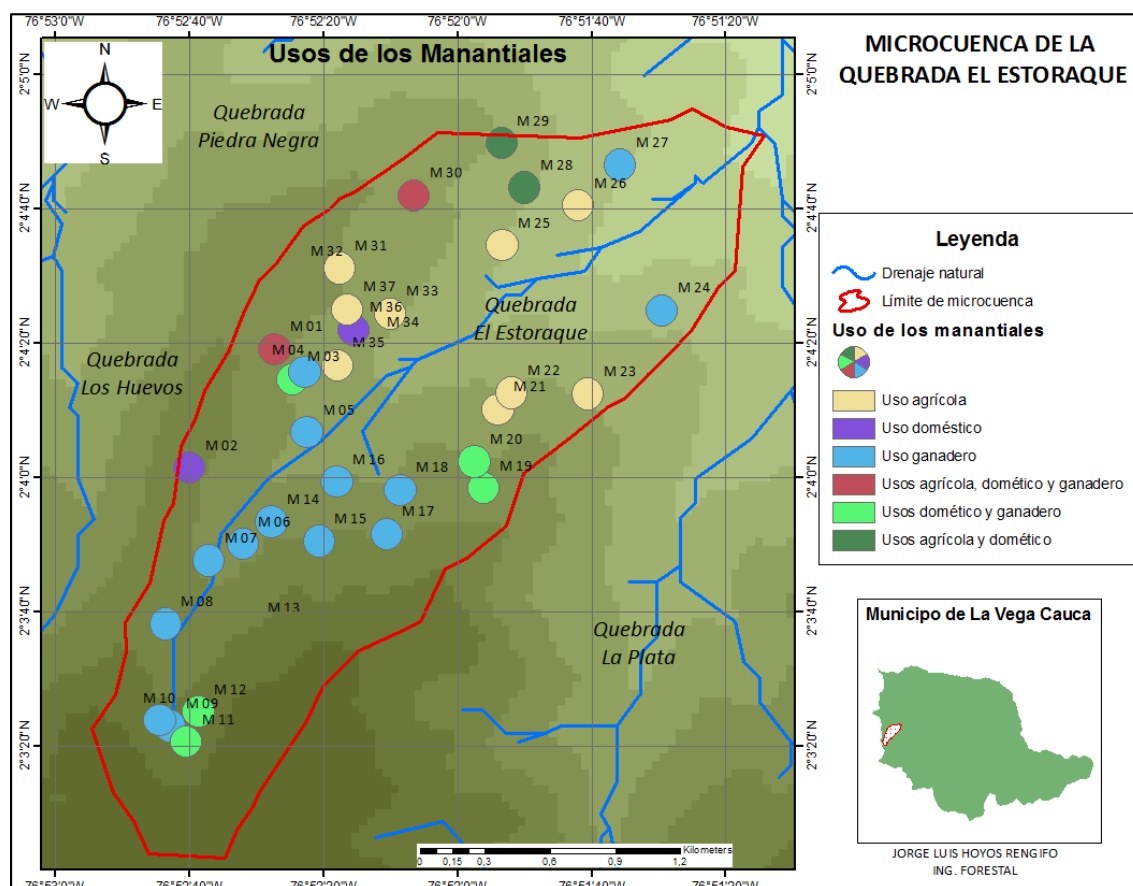


Figura 6. Distribución de los manantiales de acuerdo al uso actual.

7.4. Identificar sobre qué coberturas vegetales se ubican los manantiales a partir imágenes satelitales Landsat 8

Se logró determinar por medio de imágenes satelitales landsat 8 que de los 37 manantiales, el 73% se ubica sobre coberturas de bosque natural, el 11% sobre coberturas de cultivos agrícolas y 16% sobre coberturas de potreros, la distribución de los manantiales respecto a coberturas vegetales se puede observar en la **Figura 7**.

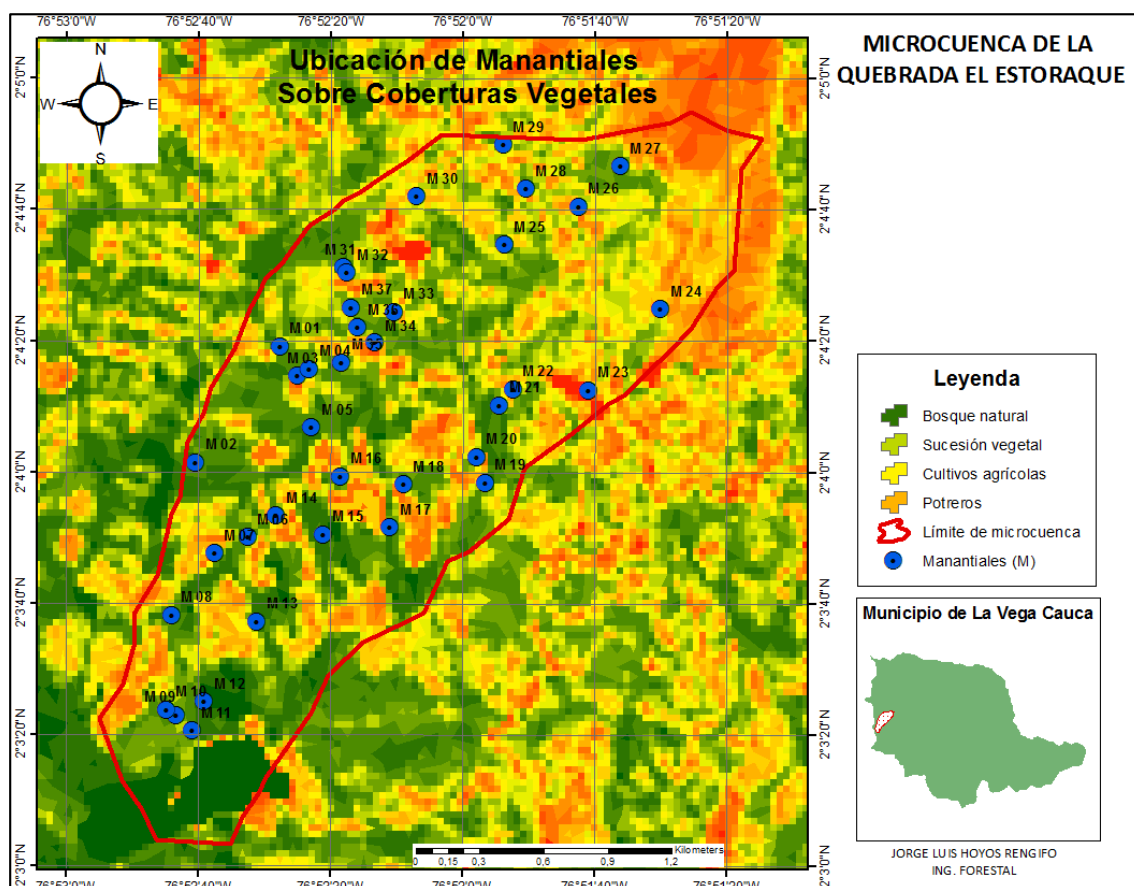


Figura 7. Distribución de los manantiales de acuerdo a la cobertura de la tierra.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En ese estudio se encontró que la distribución de los manantiales a lo largo de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, para lo cual se tuvieron en cuenta aspectos como la divisoria de la quebrada en mención, la altura sobre el nivel del mar, el caudal, el uso actual y la distribución de acuerdo a las coberturas de la tierra. Este estudio se hizo en dos etapas una de campo en la que se ubicaron los manantiales y una de oficina en el pos procesamiento del SIG. A pesar que los resultados son positivos y válidos ya que cualquier persona los puede comprobar, se debe tener presente que este tipo de estudios están condicionados por el tiempo climático sea verano o invierno, pues respecto al caudal de cada manantial, este tiende a aumentar o disminuir según sea el caso; teniendo en cuenta esta aclaración, para el periodo del año 2016 en la región se presentó el fenómeno del niño, por lo cual algunos manantiales disminuyeron su caudal o se secaron por completo y no pudieron ser evaluados. Otra circunstancia que se logró determinar en campo fue que algunos manantiales nacen sobre los drenajes naturales lo cual hace muy difícil su identificación si este no tiene un uso directo.

La forma como se llevó a cabo este estudio permitió tener datos muy acordes con la realidad porque se hizo un trabajo de campo en el cual se trató de identificar cada manantial de la microcuenca y posteriormente se validó la información obtenida por el SIG, de tal manera que se logró cumplir con los cinco objetivos específicos planteados, aun así se resalta que la dificultad más importante que se tuvo fue el trabajo en la parte de SIG, porque tanto el municipio de La Vega como las entidades gubernamentales no tienen dicha información al nivel de detalle requerida y la disponibilidad al público es limitada, por tal razón en la parte de SIG se debió

descargar imágenes satelitales disponibles en internet para su procesamiento, y poder hacer los mapas con la ubicación, delimitación de la microcuenca , drenajes naturales y determinar las curvas a nivel.

La metodología de trabajo empleada en este estudio se aconseja para utilizarla en el estudio de manantiales de otras microcuencas para la obtención de línea base o base de datos de los recursos naturales y puedan así establecer un monitoreo sobre dicho recurso o simplemente tener información para compartir con la comunidad beneficiada, todo esto depende de la disponibilidad de los recursos técnicos y económicos, y la unidad de estudio que se vaya a ejecutar, si corresponde a una cuenca, municipio, corregimiento o vereda.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de esta investigación, los manantiales se distribuyen sobre casi toda el área de la microcuenca, siendo la parte baja comprendidas entre las cotas 1500 y 1600 donde no se observó presencia de afloramientos naturales, por el contrario entre las cotas 1800 y 2000 se observó la mayor cantidad de manantiales correspondiente 59% y tanto en el sector derecho como en el izquierdo. Respecto a los caudales de cada manantial se logró observar que la cantidad de estos no dependía de la altura de la microcuenca ya que según la clasificación de 1litro sobre el intervalo de tiempo comprendido entre 0 y 10 segundos, lo podemos ver tanto en las zonas altas, medias y bajas, de manera similar ocurre con los caudales menores. Por otro lado se observó que dentro de algunos bosques los manantiales desaparecieron o redujeron considerablemente su caudal con relación a manantiales que se encontraban por fuera de esta cobertura de la tierra, como es el caso de los manantiales identificados como 30 M y 31M.

Los manantiales tienen más usos agrícolas y domésticos en la parte media y baja de la microcuenca, mientras que en la parte alta se observan mayor cantidad de bosques y potreros, esto nos indica que a la vez los manantiales están más protegidos en esta zona porque no hay tanta presencia de actividades antrópicas.

Al comparar el presente estudio con el Inventario de Los Recursos Hídricos del Centro Poblado Menor de Antacocha, Huancavelica IRHCPMAH (Quispe, 2015), se encontró entre las similitudes el método de estudio fue descriptivo, se hizo aforo o medición del caudal de cada manantial, la caracterización de acuerdo a los usos que se le dan a los manantiales y la distribución de acuerdo a la altura sobre nivel del mar; entre las diferencias se encontró que en el IRHCPMAH caracterizó todos los recursos hídricos como fuentes, drenajes y lagunas, y definió el área de una región o poblado como unidad de estudio, además se hizo un análisis físicos, mientras que en el presente estudio solo se evaluaron los manantiales y la unidad de estudio fue el áreas de una microcuenca.

De la comparación del presente estudio con el Inventario e Identificación de los Recursos Hídricos Superficiales de la Cuenca Río Rejo IIRHSCRR (Paisig, 2015) en el estudio se observaron similitudes de estudio como la determinación de la ubicación, caudal y usos de los manantiales, también en la definición de la unidad de estudio correspondiente a una cuenca, y el método el cual es descriptivo por lo que se hizo recorridos a lo largo de la cuenca; respecto a las diferencias encontradas es que en el estudio IIRHSCRR hacen inventario de todas las aguas superficiales, mientras que en este estudio solo se hace evaluación de los manantiales, otras diferencias es que en este estudio la información tanto de campo como de SIG fue combinada para generar un solo resultado.

9. CONCLUSIONES

- Se logró determinar la distribución de los manantiales ubicados en la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, llevando a cabo los cinco objetivos específicos propuestos.
- Se logró determinar la ubicación de los manantiales a lo largo de la microcuenca de la Quebrada El Estoraque, encontrando 37 fuentes, de las cuales el 41% corresponde al sector derecho y el 59% al sector izquierdo.
- Se logró determinar la ubicación de los manantiales por altura sobre el nivel del mar, encontrado en la zona alta de la microcuenca el 19% de manantiales, en la zona media de la microcuenca el 59% de manantiales y en la zona baja de la microcuenca el 22% de manantiales.
- Se logró determinar la caracterización de los manantiales de acuerdo al caudal, donde el 27% de los manantiales tienen caudales de 1 Litro sobre un intervalo de tiempo entre 0 y 10 segundos.
- Se realizó la caracterización los manantiales de acuerdo a su uso actual, destacando que el 43% concierne a actividades de ganadería, en lo que respecta a bebederos.
- Se logró caracterizar los manantiales de acuerdo a la cobertura de la tierra, donde se destaca que el 73% está ubicado sobre una cobertura de bosque natural.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar este documento para hacer seguimiento a los manantiales en la Quebrada El Estoraque en los años venideros.
- Se recomienda complementar la información de este estudio con estudios de caracterización química y biológica, con el fin de determinar el riesgo o vulnerabilidad a la contaminación.
- Se recomienda utilizar este estudio como guía de enseñanza en las instituciones educativas del corregimiento El Palmar y la vereda El Estoraque, para promover en los niños y adolescentes la sensibilidad por la cultura del agua.
- Se recomienda hacer un estudio para conocer por qué ha disminuido el caudal o se han secado los manantiales que están ubicados sobre coberturas de bosque natural, con el fin de identificar los motivos de dicho fenómeno y a la vez que estrategias se pueden emplear para contrarrestarlo.
- Se recomienda a la comunidad realizar estudios de suelos y forestal, con el fin de tener información sobre dichos recursos y ampliar los conocimientos entre las personas, pues este tipo de estudios y metodologías de información generan sensibilidad y valor de importancia para garantizar la oferta ambiental.

Bibliografía

- Américo, S. V. (2007). *Las aguas de la ira: economía y cultura del agua en México*:
- Carmona, A., & Monsalve, J. (2004). *Sistemas de información geográficos*. In Congreso de Ingeniería de Sistemas en la Universidad San Buenaventura de Medellín Colombia.
- Decreto 1640 (2012). *Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones*. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2012/dec_1640_2012.pdf
- Guerrero, M., & Shifter, I. (2011). *La huella del agua*. México, D.F., MX: FCE - Fondo de Cultura Económica. Recuperado de <http://www.e-libro.com/>
- Martín, W. F., López, B. E., & Monteagudo, Y. J. P. (2009). *Gestión y uso racional del agua*. La Habana, CU: Editorial Félix Varela. Recuperado de <http://www.e-libro.com/>
- Paez, M. A. L., Parra, J. L. G., & Romero, C. A. R. (2013). *Sistema georreferenciado de realidad aumentada con dispositivos móviles para la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Revista Vínculos, 9(2), 147-154.
- Paisig, A., & del Pilar, R. (2015). *Inventario e identificación de los recursos hídricos superficiales de la cuenca río rejo, 2015*. Cajamarca, Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/7991>
- Pulido, A. (2014). *Nociones de hidrogeología para ambientólogos*. Almería, ES: Editorial Universidad de Almería. Recuperado de <http://www.e-libro.com/>

- Quispe, E. (2015). *Inventario de los recursos hídricos del centro poblado menor de antacocha-huancavelica*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/215>
- Srtm.csi.cgiar.org. (2016). SRTM Data Search. [online] Available at: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp> [Accessed 12 Oct. 2016].
- Survey, U. (2016). EarthExplorer. [online] [Earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov). Available at: <http://earthexplorer.usgs.gov/> [Accessed 12 Oct. 2016].
- Sustentabilidad o gratuidad?*. Unam.

ANEXOS

Anexo A. Distribución altitudinal, geográfica y de zona de los manantiales a los largo de la microcuenca de la quebrada El Estoraque.

Manantial (M)	M.s.n.m.	Zona	Longitud	Latitud	Sector derecho	Sector izquierdo
1	1929	Media	76°52'27,3"	2°04'19,2"	1	
2	2038	Alta	76°52'40,0"	2°04'01,5"	1	
3	1902	Media	76°52'24,7"	2°04'14,7"	1	
4	1904	Media	76°52'24,7"	2°04'14,7"	1	
5	1820	Media	76°52'22,5"	2°04'06,8"	1	
6	1906	Media	76°52'32,1"	2°03'50,1"		1
7	1979	Media	76°52'37,1"	2°03'47,7"	1	
8	2062	Alta	76°52'43,6"	2°03'38,2"	1	
9	2096	Alta	76°52'42,9"	2°03'23,0"	1	
10	2128	Alta	76°52'44,4"	2°03'23,8"	1	
11	2140	Alta	76°52'40,5"	2°03'20,7"		1
12	2142	Alta	76°52'38,7"	2°03'25,1"		1
13	2088	Alta	76°52'30,8"	2°03'37,3"		1
14	1985	Media	76°52'27,8"	2°03'53,4"		1
15	1996	Media	76°52'23,1"	2°03'51,7"		1
16	1929	Media	76°52'18,0"	2°03'59,4"		1
17	1979	Media	76°52'10,61"	2° 3'51,61"		1
18	1915	Media	76°52'08,5"	2°03'58,2"		1
19	1928	Media	76°51'56,2"	2°03'58,4"		1
20	1930	Media	76°51'57,5"	2°04'02,4"		1
21	1818	Media	76°51'54,0"	2°04'10,2"		1
22	1793	Baja	76°51'52,0"	2°04'12,6"		1
23	1792	Baja	76°51'40,62"	2° 4'12,50"		1
24	1668	Baja	76°51'29,6"	2°04'24,0"		1
25	1711	Baja	76°51'53,3"	2°04'34,7"	1	
26	1659	Baja	76°51'42,0"	2°04'40,6"	1	
27	1623	Baja	76°51'35,8"	2°04'46,6"	1	
28	1706	Baja	76°51'50,0"	2°04'43,2"	1	
29	1773	Baja	76°51'53,4"	2°04'49,9"	1	
30	1846	Media	76°52'06,6"	2°04'42,1"	1	
31	1914	Media	76°52'17,7"	2°04'31,2"	1	
32	1911	Media	76°52'17,1"	2°04'30,4"	1	
33	1842	Media	76°52'10,1"	2°04'24,4"	1	
34	1818	Media	76°52'12,9"	2°04'19,8"	1	
35	1842	Media	76°52'18,0"	2°04'16,8"	1	
36	1840	Media	76°52'15,5"	2°04'22,1"	1	
37	1892	Media	76°52'16,5"	2°04'25,1"	1	

Anexo B. Caudal de cada manantial

Manantial (M)	Caudal (L / seg)	
	Litro	Segundo
1	1	12,13
2	1	39,00
3	1	4,66
4	1	62,40
5	1	22,11
6	1	59,05
7	1	11,43
8	1	4,85
9	1	16,62
10	1	15,60
11	1	10,43
12	1	7,13
13	1	8,30
14	1	35,80
15	1	13,04
16	1	6,40
17	1	7,05
18	1	28,62
19	1	12,35
20	1	8,74
21	1	1,24
22	1	174,60
23	1	31,60
24	1	13,24
25	1	8,56
26	1	30,43
27	1	11,85
28	1	126,00
29	1	32,13
30	1	27,64
31	1	63,60
32	1	455,4
33	1	28,85
34	1	21,96
35	1	29,42
36	1	4,05
37	1	76,80

Anexo C. Principales usos del suelo presentes en cada manantial.

Manantial (M)	Uso doméstico	Uso agricultura	Uso ganadero	Usos agrícola, doméstico y ganadero	Usos doméstico y ganadero	Usos agrícola y doméstico
1				1		
2	1					
3					1	
4			1			
5			1			
6			1			
7			1			
8			1			
9			1			
10			1			
11					1	
12					1	
13			1			
14			1			
15			1			
16			1			
17			1			
18			1			
19					1	
20					1	
21		1				
22		1				
23		1				
24			1			
25		1				
26		1				
27			1			
28						1
29						1
30				1		
31		1				
32						
33		1				
34						
35		1				
36	1					
37		1				
Total	2	9	15	2	5	2

Anexo D. Coberturas de la tierra que se ubican en los manantiales.

Manantial (M)	Bosque Natural	Potreros	Cultivos Agrícolas
1	1		
2	1		
3	1		
4		1	
5	1		
6		1	
7	1		
8	1		
9	1		
10	1		
11	1		
12	1		
13	1		
14		1	
15	1		
16		1	
17	1		
18	1		
19	1		
20	1		
21	1		
22			1
23			1
24	1		
25	1		
26			1
27	1		
28			1
29	1		
30		1	
31	1		
32	1		
33	1		
34		1	
35	1		
36	1		
37	1		
Total	27	6	4