



**FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
BOGOTÁ D.C.**

LICENCIA CREATIVE COMMONS:

Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

AÑO DE ELABORACIÓN: 2019

TÍTULO: Diagnóstico y optimización del sistema de acueducto veredal asuarcopsa de Anapoima entre la bocatoma y la planta de tratamiento.

AUTOR (ES):

Huerfano Maciado, Jorge Alexander y Segura Garzón, Álvaro Daniel.

DIRECTOR / ASESOR:

Torres Quintero, Jesús Ernesto.

MODALIDAD:

Práctica social.

PÁGINAS: 172 **TABLAS:** 31 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 59 **ANEXOS:** 8

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES
2. METODOLOGIA
3. DIAGNÓSTICO Y PROYECCIÓN DE DEMANDA DE USUARIOS
4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA FUENTE HÍDRICA
5. DIAGNÓSTICO HIDRÁULICO DE LAS ESTRUCTURAS EXISTENTES
6. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO
7. CONCLUSIONES



8. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

DESCRIPCIÓN:

El agua es un recurso necesario para la humanidad, este recurso debe cumplir una serie de condiciones de potabilidad establecidas por la normatividad vigente, el consumo de agua no tratada o en malas condiciones puede ocasionar diferentes enfermedades, afectar el medio ambiente, la economía y la calidad de vida de la población.

La investigación está centrada entre la bocatoma y la planta de tratamiento. De esta manera mejorar las condiciones del estado actual del acueducto, mediante análisis investigativos como: estudio poblacional, estudio hidrológico, estudio estructural actual, así mismo presentar la propuesta de mejoramiento, garantizando la calidad del recurso hídrico y la disponibilidad del servicio.

En este proyecto se identificaron algunos problemas y falencias en el sistema de acueducto ASUARCOPSA, los cuales fueron descritos por los requerimientos de diseño y funcionamiento según normatividad actual vigente (resolución 0330 del 8 de junio de 2017). En lo expuesto anteriormente se contribuye con la protección y cuidado del medio ambiente, así mismo la optimización del sistema de acueducto para que este preste un servicio eficiente durante su periodo de servicio, brindando calidad para el consumo y el uso eficiente del recurso hídrico sin ser afectado por el crecimiento poblacional a largo plazo.

METODOLOGÍA:

Para la realización de este proyecto se recopiló información de censos del Dane para Anapoima, datos de información climática de las estaciones cercanas a la zona de estudio, los cuales fueron empleados para realizar el estudio hidrológico y de caudales además se utilizaron recursos electrónicos como SMADA online y bases de referenciación geográfica del DANE en el software ARCGIS.

Se realizó la visita a la entidad con el fin de determinar el estado de las obras de aducción y conducción, verificando el cumplimiento de requisitos de la resolución 0330 de 2017 y se generaron las respectivas propuestas de mejoramiento con el fin de prestar un servicio de calidad y eficiente a la comunidad beneficiada de este acueducto.

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

PALABRAS CLAVE:

RECURSO HÍDRICO, CALIDAD DEL AGUA, DIAGNOSTICO, OPTIMIZACIÓN, ACUEDUCTO, CALIDAD DE VIDA.

CONCLUSIONES:

Con la información recopilada de los censos poblacionales del DANE, se realizaron las proyecciones de población para el municipio de Anapoima teniendo en cuenta el periodo de diseño de 25 años para sistemas de acueductos; estipulado en la resolución 0330 de 2017. Con este índice de crecimiento año a año se extrapolo la población de las veredas a las que llega el acueducto veredal ASUARCOPSA, teniendo en cuenta que a la fecha cuenta con 570 suscriptores para una población cercana a 2850 que corresponden al 19.3% del total de la población del municipio.

- Para el año 2019 se determinó el caudal medio diario en 6.16 L/s de acuerdo con la dotación neta por habitante de 140 L/habitante x día, establecido en la resolución 0330 de 2017 incluyendo las pérdidas actuales del sistema estimadas en 25%.
- Para el año de diseño del acueducto ASUARCOPSA (2044) se estimó una población futura de 4597 personas para una dotación de caudal medio diario de 8.32 L/S.
- Para la caracterización y evaluación de la cuenca de estudio se estimó a partir de isoyetas mensuales una precipitación media mensual de 135 mm aproximadamente.
- La evapotranspiración media anual, calculada a partir de la distribución espacial, es de 90 mm aproximadamente, que es un 33.3% menor que la precipitación media mensual.
- La temperatura media mensual estimada a partir de la especialización de datos de las estaciones meteorológicas de la zona es de 16°C en la parte alta de la cuenca y de 23°C en la parte baja de la cuenca.
- El balance hidroclimático aplicado a la cuenca por la metodología de Thornthwaite, muestra que se presenta déficits de humedad del suelo los meses

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN
- RAE -



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

RIUCaC

de junio julio y agosto; se recarga el mes de septiembre y se presentan excesos de humedad el resto del año.

- El caudal máximo estimado generado por el software SMADA online para el periodo de retorno de 25 años es de 18,884 (m³/s) y el mínimo es de 0.118 (m³/s).
- De acuerdo con el balance hídrico el Q. total medio demandado es de 11.38 del cual 9.38 L/s se requieren para la PTAP y 2 L/s para mantener el caudal ambiental de la corriente. La oferta en periodo seco es de 26.5 L/s y para el periodo húmedo es de 153 L/s. finalmente el caudal medio que queda en la corriente es de 15.12 L/s para el periodo seco y para periodo húmedo es de 141.62 L/s.
- De acuerdo con el índice de escasez establecido por el IDEAM, se tiene que la cuenca del acueducto ASUARCOPSA en época de sequía, presenta un índice medio alto de escasez y en época húmeda el índice de escasez es mínimo.
- De lo anterior evaluación se puede establecer de manera teórica que la cuenca del acueducto ASUARCOPSA es capaz de cumplir con la demanda de agua solicitada para el periodo de diseño y cumpliendo la dotación establecida por la resolución 0330 de 2017. Sin embargo, de llegar a presentarse los caudales mínimos de retorno para 25 años este; será insuficiente para abastecer la población proyectada y habrá razonamiento del líquido. Además, en este estudio no se tuvieron en cuenta las demás poblaciones que se abastecen de la quebrada campos y que también tiene derecho a su uso razón por la cual el caudal concesionado a cada acueducto se verá limitado por la entidad responsable en este caso la CAR.
- Con la realización de este proyecto se espera que se tomen las medidas correctivas para el correcto funcionamiento de las estructuras, cuyos beneficiados serán las familias de las veredas: el Consuelo, Cabral, Santa Ana, Santa Rosa y Provincia García, de manera que gocen del suministro de agua de calidad tanto para consumo humano como los usos que se le dé al recurso ya sea para agricultura, industria e incluso entretenimiento.



FUENTES:

- BARRAGAN, B.L.G., TOVAR, G.N. y BUSTACARA, A.L.M., 2014. Enfermedades vehiculizadas por agua-EVA e Índice de riesgo de la calidad en Colombia IRCA. *Instituto nacional de salud, Bogotá, D.C., Colombia* [en línea], vol. 1, pp. 1–3. Disponible en: [https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacion/SIVICAP/2015 Enfermedades Vehiculizadas por Agua 2014.pdf](https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacion/SIVICAP/2015%20Enfermedades%20Vehiculizadas%20por%20Agua%202014.pdf).
- BECERRA, P.J.A. y ALVARADO, M.R.F., 2018. *DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE APULO EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA*. S.l.: Universidad católica de Colombia.
- BREÑA, P.A.F. y JACOBO, V.M.A., 2006. Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial. *Universidad Autónoma Metropolitana*, pp. 288.
- CABALLERO, L.J.A., 2013. *Evaluación técnica y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Girardot*. S.l.: Universidad Católica de Colombia.
- CASERO, R.D., 2007. POTABILIZACIÓN DEL AGUA. [en línea], pp. 144. Disponible en: http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45471/componente45469.pdf.
- CHOW, V. Te, 1994. *HIDROLOGIA APLICADA*. S.l.: s.n. ISBN 0070108102.
- CUALLA, R.A.L., 1995. *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. S.l.: s.n. ISBN 958-8060-36-2.
- DESCALCIFICADOR, 2017. Agua potable: Su historia. 18/01/2017 [en línea]. [Consulta: 10 septiembre 2018]. Disponible en: <https://descalcificador10.com/agua-potable-historia/>.
- EMPRESAS PÚBLICAS DE CUNDINAMARCA S.A. E.S.P, F., 2017. *Programa agua a la vereda* [en línea]. 2017. S.l.: s.n. Disponible en: [http://www.epc.com.co/intranet2012/sig/Aseguramiento/planes/EPC-SIGC-Pg-08 Programa Agua a la Vereda.pdf](http://www.epc.com.co/intranet2012/sig/Aseguramiento/planes/EPC-SIGC-Pg-08%20Programa%20Agua%20a%20la%20Vereda.pdf).
- GARCÉS, R.J.I. y CAICEDO, E.D.A., 2016. *Diagnóstico Técnico Del Acueducto Urbano Del Municipio De Quipile Cundinamarca* [en línea]. S.l.: Universidad Católica de Colombia. Disponible en: [http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14066/1/Proyecto De grado DIAGNOSTICO TECNICO DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE QUIPILE CUND.pdf](http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14066/1/Proyecto%20De%20grado%20DIAGNOSTICO%20TECNICO%20DEL%20ACUEDUCTO%20URBANO%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20QUIPILE%20CUND.pdf).
- ISAGEN y CEAM, CORPORACIÓN DE ESTUDIOS, E. e I.A.–, 2007. MANUAL PARA EL MANEJO DE UN ACUEDUCTO RURAL., pp. 260–276. ISSN 0022-3751. DOI 10.1113/jphysiol. 1954.sp005129.



- MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIA L, 2010. DECRETO 3930 DE 2010. [en línea], no. marzo 13, pp. 1–18. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9863>.
- MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL, 2007. *Decreto 1500 de 2007*. 2007. S.l.: s.n. ISBN 1065900694.
- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL y MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIA L, 2017. Resolución Numero 2115. *Min ambiente* [en línea], pp. 23. ISSN 1098-6596. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004. Disponible en: http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislacion_del_agua/Resolucion_2115.pdf.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO, 2016. *Decreto 1898*. 2016. S.l.: s.n.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO, 2017. *Resolución 0330 “Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico - RAS”*. 2017. S.l.: 07/06/2017.
- MONSALVE, S.G., 2008. *Hidrología en la Ingeniería*. 2008. S.l.: s.n. ISBN 958-95742-1-1.
- MUNICIPIO DE ANAPOIMA. [en línea], 2018. Disponible en: <http://www.anapoima-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>.
- NATIONAL GEOGRAPHIC, 2018. Así afecta el cambio climático al agua del planeta. *20 de marzo de 2018* [en línea]. Disponible en: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-afecta-el-cambio-climatico-al-agua-del-planeta_9947/1.
- PEREZ, C.G., 2010. Bocatomas.,
- PÉREZ, C.Z.C., 2016. *Diagnóstico Y Evaluación De La Planta De Tratamiento De Agua Potable Del Municipio De Guateque En El Departamento De Boyacá-Colombia*. S.l.: Universidad Católica de Colombia.
- REYES T., A., BARROSO, F. y CARVAJAL E., Y., 2010. *Guía básica para la caracterización morfométricas de cuencas hidrográficas*. Primera Ed. Cali, Colombia: Editorial Universidad del Valle. ISBN 978-958-670-855-5.
- REYES, T.A., BARROSO, F.U. y CARVAJAL, E.Y., 2010. *Guía básica para la caracterización morfométrica de cuencas hidrográficas*. Santiago de Cali: editorial Universidad del Valle.
- ROMERO, R.J.A., 1999. *Potabilización Del Agua*. 3a. edición. S.l.: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V. México, D. F.
- SANDOVAL, M.E. y PARRADO, G.A., 2018. *OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO HIDRÁULICO DEL ACUEDUCTO VEREDAL DEL ALTO DEL RAMO DE MUNICIPIO DE CHIPAQUE CUNDINAMARCA*. S.l.: Universidad católica de



Colombia.

SARMIENTO, H.L.S. y SILVA, D.R., 2017. *MODELACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE TIBANÁ-BOYACÁ*. S.l.: Universidad católica de Colombia.

VANARMAN, J., 2005. Minimum Flows and Levels for Lake Istokpoga. , no. July. DOI 10.13140/RG.2.1.1411.9920.

VILLEGAS, Y.P.P., 2013. Análisis Morfométrico de una cuenca. [en línea], no. L, pp. 5. Disponible en: <http://www.aguaysig.com/2013/10/analisis-morfometrico-de-una-cuenca.html>.

LISTA DE ANEXOS:

Anexo 1. Acta de registro y compromisos

Anexo 2. Información Estaciones

Anexo 3. Datos caudales

Anexo 4. Cartografías Sig

Anexo 5. Cartografías IGAC 1:10000

Anexo 6. Registros de Macromedición y Micromedición

Anexo 7. Memorias de Calculo

Anexo 8. Planos