



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

La presente obra está bajo una licencia:

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

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

TRABAJO DE GRADO

FORMULACION DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL ACUEDUCTO VEREDAL EN EL MUNICIPIO DE UNE CUNDINAMARCA SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DE LA GESTIÓN DE COSTOS DE LA GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS PMBOK, SEXTA EDICIÓN.

KIMBERLY JOHANA RUIZ GUTIÉRREZ

MICHAEL EDUARD GUZMÁN CHAPARRO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C

2020

TRABAJO DE GRADO

FORMULACION DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL ACUEDUCTO VEREDAL EN EL MUNICIPIO DE UNE CUNDINAMARCA SEGÚN LOS LINEAMIENTOS DE LA GESTIÓN DE COSTOS DE LA GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS PMBOK, SEXTA EDICIÓN.

KIMBERLY JOHANA RUIZ GUTIÉRREZ

MICHAEL EDUARD GUZMÁN CHAPARRO

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Gerencia de Obras

Docente

ZULLY ALEXANDRA PALOMEQUE SÁNCHEZ

INGENIERA CIVIL ESPECIALISTA HSEQ Y MBA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE OBRAS

BOGOTÁ D.C

2020

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
introducción	3
1. generalidades	4
1.1. línea de investigación	4
1.2. planteamiento del problema	4
1.2.1. antecedentes del problema	5
1.2.2. pregunta de investigación	7
1.2.3. variables del problema	7
1.3. justificación	8
2. objetivos	10
2.1. objetivo general	10
2.1.1. objetivos específicos	10
3. marcos de referencia	12
3.1 estado del arte	13
4. metodología	18
4.1 fases del trabajo de grado	18
4.2 instrumentos o herramientas utilizadas	18
4.3 población y muestra	19
4.4 alcances y limitaciones	19
5. productos a entregar	20
6. entrega de resultados e impactos	21
6.1. planificación de gestión de costos	21
6.1.1. entradas	21
6.1.1.1. acta de constitución del proyecto	21
6.1.1.2. plan para la dirección del proyecto	21
6.1.1.2.1. plan de gestión del cronograma	21
6.1.1.2.2. plan de gestión de los riesgos	22
6.1.1.3. factores ambientales de la empresa	23
6.1.1.4. activos de los procesos de la organización	24
6.1.2. herramientas y técnicas	24
6.1.2.1. juicio de expertos	24
6.1.2.2. análisis de datos	24

6.1.3.	salidas	24
6.1.3.1.	plan de gestion de los costos	24
6.2.	estimar los costos	25
6.2.1.	entradas	25
6.2.1.1.	plan para la dirección del proyecto	25
6.2.1.1.1.	plan de gestión de costos	25
6.2.1.1.2.	línea base del alcance	25
6.2.1.2.	documentos del proyecto	25
6.2.1.3.	factores ambientales de la empresa	25
6.2.2.	herramientas y tecnicas	25
6.2.2.1.	juicio de expertos	25
6.2.2.2.	estimacion tres valores	26
6.2.2.3.	analisis de datos	27
6.2.3.	salidas	27
6.2.3.1.	estimacion de costos	27
6.2.3.2.	actualizaciones a los documentos del proyecto	27
6.3.1.4.	activos de los procesos de la organización	28
6.3.2.	herramientas y tecnicas	28
6.3.2.1.	juicio de expertos	28
6.3.2.2.	analisis de datos	28
6.3.3.	salidas	28
6.3.3.1.	linea base de costos	28
6.3.3.2.	actualizaciones a los documentos del proyecto	29
6.4.	como responde a la pregunta de investigación	29
7.	nuevas areas de conocimiento	31
8.	conclusiones	32
9.	bibliografia	34

LISTA DE FIGURAS

Pág.

GRÁFICA 1: DOCUMENTOS POR AÑO – PRIMERA ECUACIÓN (FUENTE: SCOPUS).....	13
GRÁFICA 2: DOCUMENTOS POR TIPO – PRIMERA ECUACIÓN (FUENTE: SCOPUS)	14
GRÁFICA 3: DOCUMENTOS POR TERRITORIO – PRIMERA ECUACIÓN (FUENTE: SCOPUS)..	14
GRÁFICA 4: DOCUMENTOS POR ÁREA – PRIMERA ECUACIÓN (FUENTE: SCOPUS).....	14
GRÁFICA 5: DOCUMENTOS POR AÑO – SEGUNDA ECUACIÓN (FUENTE: SCOPUS)	15
GRÁFICA 6: DOCUMENTOS POR TIPO – SEGUNDA ECUACIÓN (FUENTE: SCOPUS).....	16
GRÁFICA 7: DOCUMENTOS POR TERRITORIO – SEGUNDA ECUACIÓN (FUENTE: SCOPUS)	16
GRÁFICA 8: ESTIMACIÓN POR TRES VALORES – (FUENTE: PROPIA DE LOS AUTORES).....	26
GRÁFICA 9: COMPARACIÓN DE LÍNEAS DE PRESUPUESTOS – (FUENTE: PROPIA DE LOS AUTORES).....	29

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: NÚMERO DE HABITANTES DEL MUNICIPIO DE UNE - CUNDINAMARCA (FUENTE: DANE).....	6
TABLA 2: VARIABLES DEL PROYECTO (FUENTE: PROPIA DE LOS AUTORES)	7
TABLA 3: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES (FUENTE: PROPIA DE LOS AUTORES).....	11
TABLA 4: ICC - VARIACIÓN MENSUAL SEGÚN CANASTA GENERAL – (FUENTE: DANE).....	26
TABLA 5: DISCRIMINACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO - (FUENTE: PROPIA DE LOS AUTORES).....	27

INTRODUCCIÓN

El agua en el mundo es el recurso natural líquido más abundante de la tierra y es el que hace posible el desarrollo de la humanidad principalmente por el servicio de agua potable que es un bien de primera necesidad para todas las personas a lo largo del mundo, pero en algunas partes del mundo es también el servicio al que menos tienen acceso las poblaciones.

En Colombia este recurso se encuentra en grandes cantidades, colocando al país en un lugar privilegiado ante el resto del mundo, pero a través de la historia el país se ha enfrentado de la misma manera problemas de corrupción y robos de recursos públicos, lo que conlleva a que se presenten problemas de abastecimiento de agua potable a las diferentes comunidades del país. Adicional a lo mencionado los recursos públicos para pequeñas poblaciones son escasos y por parte de los gobernantes son priorizados para obras viales y de infraestructura vertical en su mayoría.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea un estudio de factibilidad económica en un proyecto de mejoramiento de un acueducto veredal en el municipio de Cundinamarca, con lo que se busca ofrecer a la comunidad y gobernantes, un plan de costos que permita la priorización de recursos y el adecuado desarrollo del proyecto para beneficio de más de 40 familias del sitio donde se encuentra el sistema de abastecimiento actualmente.

Para desarrollar el estudio antes mencionado se hará uso de la metodología PMBOK Sexta edición capítulo 7.

1. GENERALIDADES

1.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto de grado se encuentra enmarcado, en la línea de investigación Gestión Integral y dinámica de las organizaciones, debido a que la finalidad del trabajo es formular la factibilidad económica del mejoramiento del acueducto veredal de la vereda Queca en el municipio de Cundinamarca de acuerdo con los lineamientos de la gestión de costos bajo los parámetros de la Guía para los fundamentos de la dirección de proyectos PMBOK, sexta edición.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es el elemento indispensable para la supervivencia del ser humano y su entorno en general, el abastecimiento de este se hace indispensable para el adecuado desarrollo de todo ser vivo en el planeta.

Según el informe de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo “agua para todos – agua para la vida”, la disponibilidad de agua por persona y por año en Colombia es de 50.635 m³/año ubicándola así en el lugar 24 de un total de 182 países en el mundo (Organización de las Naciones Unidas para la educación, 2007). Situación que a grandes magnitudes expone que el país es uno de los privilegiados en cantidad de afluentes de agua dulce del mundo.

A pesar de este privilegio, la situación interna del país en cuanto agua potable posee un contexto diferente y desalentador el cual contempla según informes del IDEAM: alta presencia de sedimentos por deforestación y deterioro de los suelos, alta contaminación originada por aguas residuales domésticas, disposición inadecuada de basuras de origen doméstico, alta contaminación originada por el uso de plaguicidas, alta contaminación originada por aguas residuales industriales y disposición inadecuada de basuras, principalmente de origen industrial (Instituto de Hidrología).

Todos los problemas mencionados anteriormente junto con los problemas de corrupción (Londoño Vélez, 2018), presentes en el país han generado que, en las poblaciones más pobres y alejadas del país, presenten problemas de abastecimiento de agua potable lo que conlleva problemas de salud pública. Esto se replica a menor escala en el departamento de Cundinamarca, en la vereda Queca del Municipio de Une.

La vereda es una de las más cercanas y grandes respecto a la cabecera municipal

(Google), pero es también la mayor proveedora de ganado, leche y cultivos del municipio, lo que genera mayor necesidad e importancia de que el abastecimiento del agua sea el más óptimo tanto en cantidad como en calidad.

El acueducto de mayor abastecimiento de la vereda provee agua a un total de 45 predios, pero el servicio que se presta, en ocasiones es de manera intermitente y según estudios de laboratorio realizados por debajo de los parámetros de agua apta para el consumo humano (Ruiz Gutierrez , y otros, 2018). El agua que está llegando a cada uno de los predios cuenta con agentes contaminantes que en caso de seguir con su consumo habitual su impacto negativo sería mayor en las personas (ambiental).

El municipio dentro de sus planes de desarrollo contempla el mejoramiento y mantenimiento de sistemas de acueducto y alcantarillado (Cubillos Poveda, 2020), los que resultan insuficientes debido a que se enfocan en sistemas ubicados en la cabecera municipal y la parte rural del municipio no se tiene contemplada. Lo que genera una problemática en toda la zona rural del municipio ya que los esfuerzos que se llevan a cabo por parte de los habitantes no son suficientes para mantener un sistema de abastecimiento de agua en óptimas condiciones.

La comunidad con recursos propios construyó el sistema e implementan actividades de mantenimiento correctivo del mismo, como lo son, mantenimientos de tubería de conducción y limpieza de tanque de almacenamiento; sin embargo, estas intervenciones no son suficientes para garantizar que el sistema opere los 365 días del año y que el agua que llega a los predios sea la óptima.

Por lo que se hace necesario la intervención de la alcaldía municipal y la asignación de recursos para mejorar el sistema de acueducto.

1.2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Según datos del municipio el pueblo de Une fue fundado el 23 de febrero de 1538, en este periodo Queca y Une fueron dos municipios independientes del departamento de Cundinamarca hasta que, por auto proferido en Santafé el Oidor Luis Enríquez, el 19 de junio de 1600 decidió unir en un solo pueblo llamado Une. El municipio de Une integra la llamada provincia de oriente, junto con los municipios de Ubaque, Quetáme, Gutiérrez, Guayabetal, Fosca y Fómeque (Bohorquez, 2011).

El municipio desde entonces ha presentado un incremento de la población según datos del DANE de la siguiente manera:

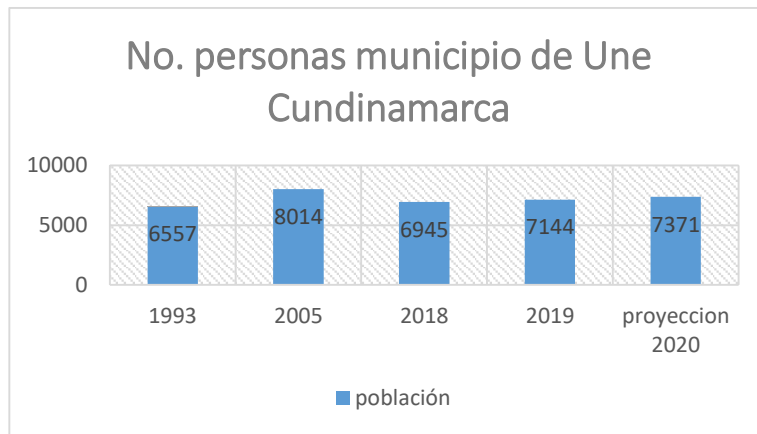


Tabla 1: Número de habitantes del municipio de Une - Cundinamarca (Fuente: DANE)

Se puede observar que desde el año 2018 y según proyecciones del Dane el número total de habitantes aumentara en un 6% en el 2020, lo que genera un aumento tanto en la zona urbana como en la zona rural del municipio, por consiguiente, se aumenta la demanda en todos los servicios básicos.

El servicio de abastecimiento de agua potable en una zona ganadera y de gran variedad de cultivos es tal vez la de mayor importancia, debido a la necesidad de utilización del líquido en todas sus labores. Pensando en esto la comunidad de Queca hace aproximadamente 50 años unió esfuerzos y construyeron un sistema que recolectaba agua de una afluyente natural de agua, la almacenaba y posteriormente la conducía a un total de 45 predios.

Al iniciar su funcionamiento este sistema fue de gran ayuda para los habitantes, pero a lo largo de los años y por falta de recursos y conocimiento el proyecto se ha deteriorado y en la actualidad no puede prestar su función al 100%.

Tomando en cuenta esta necesidad y buscando soluciones para el mismo, los ingenieros civiles Michael Guzmán y Johana Ruiz en el año 2018, desarrollaron un diagnóstico y plan de mejoramiento del sistema de abastecimiento de la vereda, siguiendo parámetros de la norma RAS 2000, el proyecto buscaba dar soluciones reales al sistema y que podían ser llevadas a cabo por la comunidad.

Una vez presentado el plan de mejoramiento a la comunidad se encontró que el mismo poseía soluciones prácticas para mejorar el sistema, pero no se contempló el costo que estos acarrearían para la población y que los mismos no tienen la capacidad económica de afrontarlos en su totalidad.

1.2.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las mejoras que se pueden presentar al desarrollar la gestión de costos bajo los lineamientos de la Guía PMBOK, para sean un aporte a la alcaldía del municipio de UNE?

1.2.3. VARIABLES DEL PROBLEMA

Como principales variables se toman en cuenta aquellas situaciones ajenas y que no dependen del manejo de los investigadores del proyecto, como lo son:

VARIABLE	DEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA	CUALITATIVA
Fluctuación de divisas en los materiales importados		X	X	
Condiciones climáticas no previstas		X		X
Mano de obra no calificada		X		X
Estabilidad		X		X
Población		X	X	
Alcaldía	X			X

Tabla 2: Variables del Proyecto (Fuente: propia de los autores)

Como principales variables se toman en cuenta aquellas situaciones ajenas y que no dependen del manejo de los investigadores del proyecto, como lo son:

- Fluctuación de divisas en materiales importados: en caso de que el estudio de mejoramiento exista planteado la utilización de materiales que deban ser importados al país, existe un gran riesgo que el costo que se analizara como primera instancia en el estudio de factibilidad económica, varíe a la hora de realizar la compra ya que los precios en monedas diferentes al peso colombiano están expuestos a la fluctuación de bolsas internacionales. (Snurmacher, 1984).
- Condiciones climáticas: el municipio es catalogado con un clima frío y húmedo que presenta una precipitación total anual entre 1000-1500 mm, según datos del clima del departamento (IDEAM, 1981-2010), lo que conlleva a que el estudio contempla una época de desarrollo más seca o más óptima, pero es imposible conocer en que estación o época del año se desarrollara el mismo por el municipio, lo que puede provocar retrasos si están en épocas de lluvias abundantes.

- Mano de obra calificada: el estudio se desarrolla con un análisis de mano de obra calificada de la zona o alrededores, pero es imposible conocer si en el momento de la puesta en marcha del proyecto se cuente con la misma cantidad de mano de obra o se deba incurrir en gastos mayores por transportar mano de obra de ciudades cercanas.
- Población: según proyecciones de Dane para el año 2020 la población en el municipio estará alrededor de los 7400 habitantes de los cuales 3300 estarían en la zona rural del mismo (DANE, 2020). El plan de mejoramiento se desarrolló en años anteriores donde aún no se contaba con esta información por lo que el estudio de capacidad de abastecimiento es menor y el estudio de factibilidad no se estaría desarrollando con la capacidad necesaria en el momento de puesta en marcha del proyecto.
- Alcaldía Municipal: dentro del estudio de factibilidad se está contemplando los aportes de valor que se pueden llevar ante la alcaldía municipal del periodo 2020-2023, si por algún caso fortuito existe cambio de alcaldía se estaría presentando un retraso en el proyecto debido a que los planes de gobierno de cada alcalde son diferentes.
- Estabilidad: dentro del plan de mejoramiento al que se le realiza el estudio de factibilidad no se contemplaron estudios de estabilidad de suelos o del terreno (Mantilla, y otros) en el cual se deben desarrollar los trabajos del proyecto por lo cual se está sujeto a que el terreno se encuentre con bases firmes y no halla lugar a deslizamientos o cambios de topografía.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El sistema de acueducto artesanal más extenso de la vereda Queca fue construido aproximadamente hace 50 años según datos entregados por la población, y el mismo no ha recibido intervención alguna, por parte de algún ente por fuera de la comunidad.

Este sistema no ha tenido la atención requerida por parte de las autoridades competentes para mejorar su infraestructura debido a la insuficiencia en los recursos municipales y a la falta de gestión administrativa para la obtención de recursos económicos provenientes del gobierno nacional.

Tomando en cuenta esta problemática expuesta y considerando que existe un plan técnico de mejoramiento que no contempla los costos de desarrollo del proyecto, se hace necesario el estudio de factibilidad de costos, que permita a la comunidad tener un valor agregado para solicitar la viabilización del proyecto ante la alcaldía municipal.

El estudio se llevará a cabo bajo los lineamientos de gestión de costos de la guía PMBOK sexta edición, lo que genera un valor agregado en la adquisición de conocimientos académicos de los investigadores y adicionalmente se da como resultado un estudio que servirá como legado para la vereda y podrá ser una guía para proyectos futuros de la misma naturaleza.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Formular el estudio de factibilidad económica según los lineamientos de gestión de costos de la guía PMBOK sexta edición, para presentar un plan de gestión económico a la alcaldía de municipal de Une, con el fin de que esta pueda considerar el estudio y asignar los recursos para lograr el mejoramiento del acueducto de la vereda Queca del municipio.

2.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el proyecto en términos de costos y descripción técnica
- Alinear las necesidades del proyecto técnico a los lineamientos de gestión de costos de la guía PMBOK.
- Establecer los costos para el proyecto basados en los lineamientos de gestión de costos de la guía PMBOK sexta edición.
- Presentar el estudio de factibilidad económica según los estándares de la gestión de costos de la guía PMBOK.

2.2. CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	SEMANAS											
Generalidades	■	■										
Línea de Investigación	■	■										
Planteamiento del Problema		■	■									
Antecedentes del problema		■	■									
Pregunta de investigación		■	■									
Variables del problema			■	■								
Justificación			■	■								
Objetivos			■	■								
Objetivo general			■	■								
Objetivos específicos			■	■								
Marcos de referencia				■	■							
Marco conceptual				■	■							
Marco teórico				■	■							
Marco jurídico				■	■							
Marco geográfico				■	■							
Marco demográfico				■	■							
Estado del arte				■	■							
Metodología				■	■							
Fases del trabajo de grado					■	■						
Instrumentos o herramientas utilizadas					■	■						
Población y muestra					■	■						
Alcances y limitaciones					■	■						
Productos a entregar					■	■						
Resultados esperados e impactos					■	■						
Estrategias de comunicación					■	■						
BIBLIOGRAFÍA						■	■					
Ajustes a los cometarios de los jurados							■	■				
Ajustes a la redacción							■	■				
Desarrollo de la Investigación							■	■				
Ejecución Objetivo específico 1								■	■	■	■	
Ejecución Objetivo específico 2								■	■	■	■	
Ejecución Objetivo específico 3								■	■	■	■	
Desarrollo de la investigación								■	■	■	■	
Análisis de los resultados								■	■	■	■	
Elaboración de las Conclusiones											■	■
Respuesta de la pregunta de											■	■
Redacción de nuevas áreas e estudio											■	■
Entrega de documento final												■

Tabla 3: Cronograma de Actividades (Fuente: propia de los autores)

2.3. PRESUPUESTO

- Etapa de estructuración

Para esta etapa se definió un presupuesto general de \$ 1.000.000, lo cual cubre los gastos de los investigadores.

- Etapa de Ejecución

Se define un presupuesto general de \$5.000.000, los cuales contienen gastos de viajes, viáticos, uso de equipos tecnológicos y formación académica de los estudiantes.

3. MARCOS DE REFERENCIA

El agua es una sustancia que en su estado líquido se puede encontrar en los principales recursos naturales del planeta, es incoloro e insípido y en grandes masas adquiere un color azul, lo que se puede observar en los mares y océanos. Es fundamental para el desarrollo de la vida y en general para el desarrollo de todos los seres vivos del planeta. Los principales sistemas de abastecimiento de agua para los seres humanos están contemplados con los acueductos los cuales son un conjunto de estructuras que permiten la conducción de grandes cantidades del líquido para el abastecimiento de una población o un lugar en específico.

Los acueductos presentan sus inicios con los sistemas de irrigación de los egipcios y los Harappeños que, aunque fueron pequeños en tamaño en comparación con los grandes acueductos romanos, fueron sofisticados en funcionalidad. En el país la obra de acueducto más importante remota del año 1757 en la construcción del acueducto colonial de Agua nueva promovido por el virrey Solís (Rodríguez Gómez). A partir de este momento y buscando el abastecimiento de agua a poblaciones alejadas de fuentes de agua natural, se han venido construyendo diferentes sistemas de acueducto a lo largo de todo el territorio colombiano.

En Colombia el sistema de acueducto posee una cobertura del 86.4%, es decir que más de 5,5 millones de personas aún no cuentan con acceso a este servicio básico, de los cuales el 15,8% están ubicados en las zonas rurales del país, que hacen parte de la población de estudio (DANE, 2018). El municipio de Une cuenta con un total de 7144 de habitantes en el año 2019 de los cuales el 70,3% tienen en sus hogares agua suministrada por acueducto (DANE, 2005), lo que permite saber que aproximadamente 2100 habitantes no poseen este servicio y adicional conociendo que el acueducto de la cabecera municipal es óptimo y funcional, se deduce que gran parte de la población sin acueducto se encuentran en la zonas rurales.

Como ya se ha mencionado en el numeral 1.2, la vereda se encuentra ubicada en el municipio de Une Cundinamarca, sin embargo, no se hace énfasis al respecto para no ser redundante con lo descrito en el numeral ya mencionado, es aquí donde se observa a menor escala el alto porcentaje de desabastecimiento de agua potable del país, lo que está generando el incumplimiento de las leyes vigentes sobre el tema, especialmente la legislación sobre recursos naturales y renovables en Colombia que hace presencia desde el año 1959 con la ley 2 “Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables.” Y la ley 373 de 1997 “Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua” y donde se estipula claramente que toda región y/o municipio del país debe elaborar e implementar un programa de uso eficiente del agua donde se contemplan los sistemas de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usos del recurso hídrico (Nacional, 2012).

Adicional a las disposiciones legales expuestas se deben tener en cuenta en el presente proyecto los datos que proporciona el sistema de información del recurso hídrico – SIRH que es un conjunto de base de datos que entrega información y datos sobre la gestión integral del recurso hídrico en el país y el cual fue creado e institucionalizado mediante el decreto 1323 de 2007 (Nacional, 2012)., sin dejar de lado el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (Económico, 2000), el cual nos brinda las especificaciones técnicas mínimas en virtud de cumplimiento de los sistemas de acueducto.

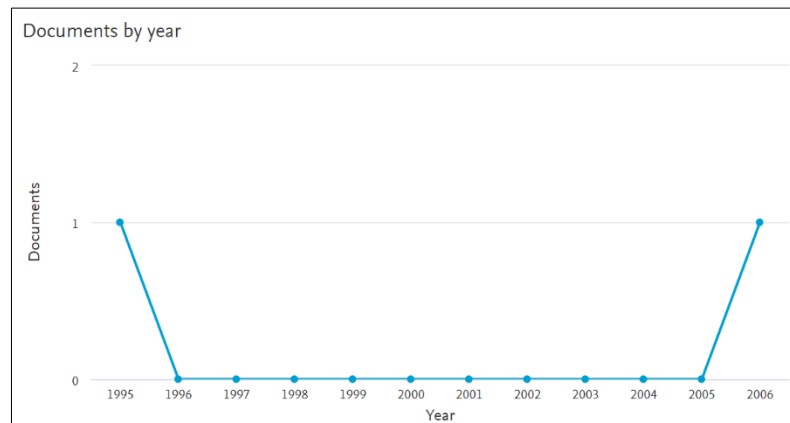
El desarrollo del estudio se va a dar mediante lineamientos de la guía PMBOK el cual es un libro para la dirección de proyectos donde se presentan estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos. Se seguirá el proceso de gestión de costos el cual incluye las tareas involucradas en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento para el proyecto (Institute, 2017).

Para la obtención de recursos se presentará el proyecto ante la alcaldía del municipio de Une, más exactamente ante la junta de acción comunal de la vereda Queca y ante el alcalde Fredy Cubillos Poveda, mandatario durante el periodo 2020-2023.

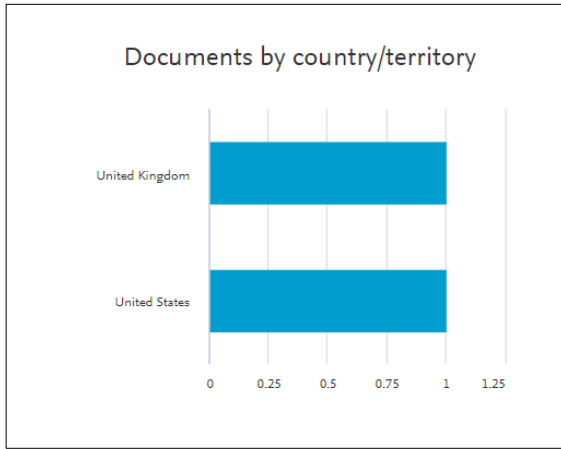
Lo anterior se desarrolla con el propósito de ofrecer un proyecto que ayuda en el desarrollo de uno de los objetivos de la ONU en el mundo el cual incluye garantizar la accesibilidad universal al agua potable y segura (desarrollo).

3.1 ESTADO DEL ARTE

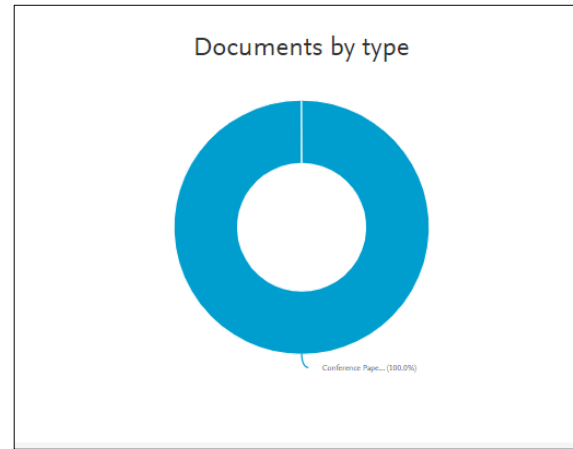
Para el tema de desarrollo del presente trabajo se realizó una primera ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus de la siguiente manera: “cost management for aqueduct budgets”, obteniendo como resultado:



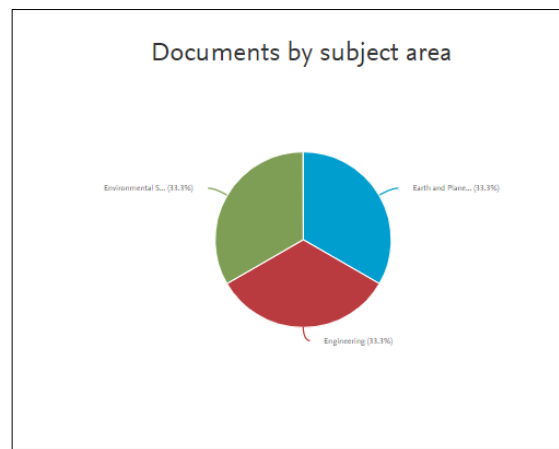
Gráfica 1: Documentos por año – primera ecuación (Fuente: Scopus)



Gráfica 3: Documentos por territorio – primera ecuación (Fuente: Scopus)



Gráfica 2: Documentos por tipo – primera ecuación (Fuente: Scopus)



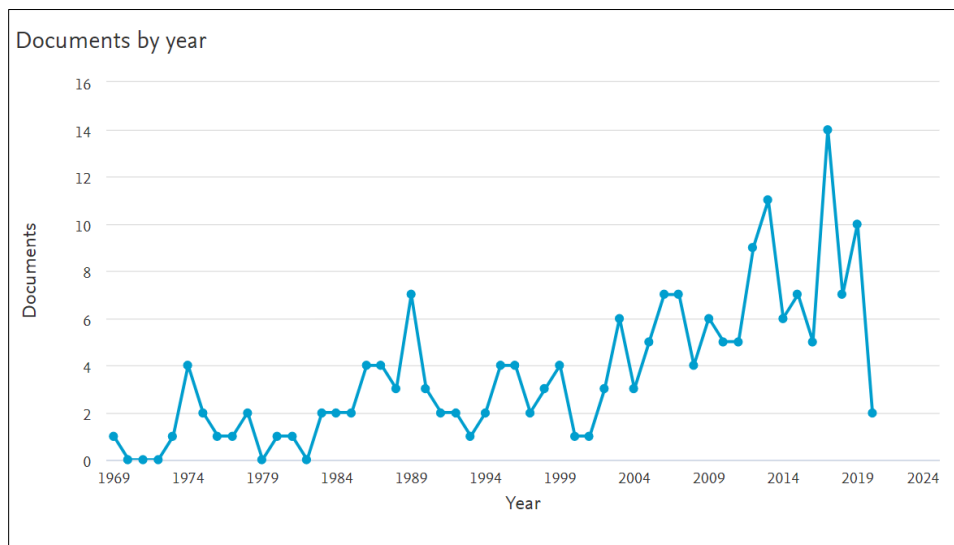
Gráfica 4: Documentos por Área – primera ecuación (Fuente: Scopus)

De las gráficas presentadas se destaca que con esta ecuación se obtienen solo dos documentos, el primero publicado en 1995 y el segundo en 2006 por lo que se destaca que pasaron 10 años sin documentos afines al tema consultado. Los documentos en su totalidad son documentos de conferencia, uno se desarrolló en Estados Unidos de América y el segundo en Reino Unido y están desarrollado en las áreas de ingeniería y ambiental.

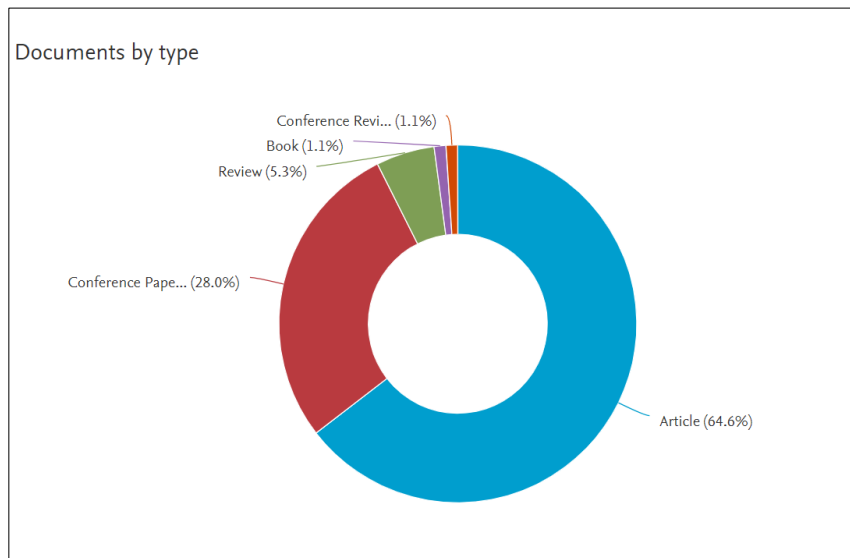
El primer documento titulado “The California State Water Project: Asset management & condition assessment” publicado en el año 2006 muestra como en el estado de California en Estados Unidos se adoptó el plan de gestión de activos en el proyecto de agua del estado SWP, el cual buscaba que se garantizara un presupuesto proactivo para todos los proyectos derivados del SWP. El desarrollo del plan de gestión se llevó a cabo mediante la implementación del programa de evaluación de condición CAP el cual tiene tres grandes objetivos: 1. Identificar objetivamente proyectos futuros del SWP, 2. Permitir que los recursos de mantenimiento avancen a un centro de confiabilidad y 3. Identificar proyectos o equipos que puedan requerir mantenimiento inmediato. (Roose, y otros, 2006)

El siguiente documento encontrado se titula “Decision making and risk analysis in managing the Severn Trent Water grid” fue publicado en julio de 1995 y desarrolla el tema de la base de datos implementada por la compañía Severn Trent Water Ltd la cual es una base impulsada por PC el cual da un sistema de soporte para toma de decisiones y modelos de red para optimizar costos operativos a su vez cumpliendo con los criterios de calidad del agua y los niveles de servicio al cliente. En el documento se destaca que este sistema ayuda a los gerentes al cumplimiento de objetivos calidad y servicio al cliente. (Decision making and risk analysis in managing the Severn Trent Water grid, 1995)

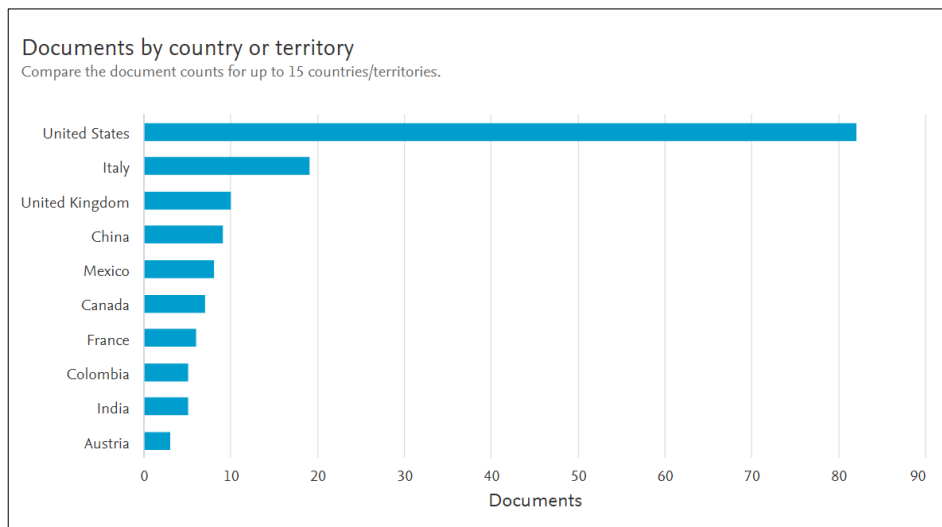
Considerando que con la primera ecuación de búsqueda se obtuvieron solo dos documentos, se hace necesario aplicar una segunda ecuación, para verificar el estado del tema, es por lo que se realiza la búsqueda con la ecuación: “cost in aqueducts” con la cual se obtienen 189 documentos así:



Gráfica 5: Documentos por año – Segunda ecuación (Fuente: Scopus)



Gráfica 6: Documentos por tipo – Segunda ecuación (Fuente: Scopus)



Gráfica 7: Documentos por territorio – Segunda ecuación (Fuente: Scopus)

De las gráficas presentadas con la segunda ecuación de búsqueda se destaca que de los 189 documentos obtenidos, el mayor número de publicaciones se dio en el año 2017 con 14 publicaciones seguido del año 2019 con 10 publicaciones, se observa también que desde el año 1983 no a existido un año sin publicación sobre el tema.

Los documentos en su mayoría (64.6%) son artículos seguidos del documento de conferencia con el 28% del total, el desarrollo de estos se presentó principalmente en Estados Unidos seguido de Italia, se destaca que en el país solo se han publicado 5 documentos sobre el tema de búsqueda.

De la totalidad de documentos encontrados con esta ecuación de búsqueda se destacan los siguientes documentos que están acorde a nuestro tema:

Documento titulado “Design of a prefeasibility model of costs for the construction of

a veredal sewer in Cundinamarca, for a medium company” del año 2017, trata del diseño de un modelo de costos de prefactibilidad para la construcción de alcantarillas veredales en el municipio de Cundinamarca, el modelo se diseñó bajo los lineamientos de la guía pmbok 5 edición y explica la metodología que intenta guiar la gestión empresarial para que sea eficiente y se obtenga mejor rendimiento. (Castiblanco, y otros, 2017).

Artículo de conferencia titulado “Water wells monitoring solution in rural zones using IoT approaches and cloud-based real-time databases” del año 2018 donde se busca diseñar e implementar un sistema de bajo costo basado en bases de datos para ayudar a los agricultores del país a reducir y prevenir el consumo de agua contaminante. (Water wells monitoring solution in rural zones using IoT approaches and cloud-based real-time databases, 2018).

Artículo titulado “Optimisation design and structure analysis of large-scale prestressed rectangular aqueduct” del año 2018 donde se plantea el diseño de un método de optimización para el acueducto del río sha en China, que se encuentra dentro del proyecto de desviación del agua de sur a norte del río. El diseño de optimización se desarrolla buscando la economía, pero sin afectar la resistencia y rigidez del acueducto. (Optimisation design and structure analysis of large-scale prestressed rectangular aqueduct, 2018)

Artículo titulado “Water service: The public stock company and territorial effects. the case of Apulia aqueduct” del año 2017 donde se trata el tema de accesibilidad al servicio de agua por sistemas administrados por entes públicos y se habla específicamente del acueducto de Apulia en Italia el cual se maneja por una sociedad anónima la cual es propiedad del público y presenta mejores resultados que los administrados por el gobierno. (Water service: The public stock company and territorial effects. the case of Apulia aqueduct, 2017).

El último documento que consideramos tiene relación con el tema de desarrollo del trabajo es el titulado “River chor aqueduct reconstruction” artículo de conferencia del año 2015 donde se destaca el uso de materiales FRP (2017) por parte del contratista del proyecto J Murphy & Sons Ltd en la reconstrucción de un acueducto en el Reino Unido. (River chor aqueduct reconstruction, 2015).

4. METODOLOGÍA

El presente proyecto se enmarca en una metodología cuantitativa, ya que esta es secuencial y probatoria, ya que sus fases se encuentran una tras otra, de igual manera se encuentra enmarcada en una propuesta de solución a largo plazo para una comunidad específica definida en el marco de referencia, adicional a esto se cuenta con precisión y predicción de costos según los cambios en el mercado, es importante resaltar que es una investigación de tipo proyectiva ya que se basa en la elaboración de una propuesta o modelo como solución a un problema o necesidad.

4.1 FASES DEL TRABAJO DE GRADO

- Recolección de Datos: toma de documento base de plan de mejoramiento del acueducto veredal, con el fin de establecer las características en términos técnicos y de costos.
- Revisar el capítulo de planeación del alcance de los proyectos de la guía PMBOK y aplicar a las características técnicas lo que establece la guía.
- Análisis de Mano de obra: se enfoca al análisis de la cantidad de mano de obra existente en la zona y el costo del jornal.
- Definir los costos con base en los términos técnicos y bajo los lineamientos de capítulo de gestión de costos en el proceso de planificación
- Análisis de Precios: en esta etapa se realiza un análisis de precios de materiales del mercado
- Redactar el estudio unificado de los elementos técnicos y económicos que se estructurarán bajo el lineamiento de la guía PMBOK.

4.2 INSTRUMENTOS O HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Las herramientas para utilizar en el presente proyecto de grados son:

- Plan de mejoramiento del acueducto veredal según parámetros de la RAS-2000
- Guía PMBOOK, sexta edición
- Microsoft Project
- Office 365
- Cotizaciones
- Listo de precio por entidades
- Construdata

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio son los habitantes de la zona rural del municipio de Une, en el departamento de Cundinamarca, los cuales para el 2020, según lo mencionado en el numeral 1.2.3, del presente documento se encontrarán alrededor de los 3.300 habitantes. La muestra para el presente proyecto son los predios que pueden ser afectados directamente por el acueducto de estudio, los cuales corresponden a 45 predios, datos obtenidos del documento elaborado en el año 2019 por los ingenieros Johana Ruiz y Michael Guzmán, (Ruiz Gutierrez, y otros, 2019)

4.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcance

Estudio de factibilidad económica según lineamientos de gestión de costos de la guía Pmbok desarrollando los procesos de planificación de la gestión de costos, estimación de costos y determinación del presupuesto. Enfocado en los procesos técnicos de mejoramiento (Ruiz Gutierrez, y otros, 2019) para una muestra específica de la vereda Queca del municipio de Une.

Limitaciones

- Asignación rápida del recurso económico que se presente en el estudio.
- Implementación del mejoramiento técnico del acueducto.
- Variación de costos por casos fortuitos de salud pública.
- Cambio de administración en el municipio.
- Cambio en planes de gobierno del municipio.
- Poca asignación presupuestal al municipio.

5. PRODUCTOS A ENTREGAR

Estudio de factibilidad económica del mejoramiento de un acueducto veredal, bajo los lineamientos de gestión de costos de la metodología PMBOK sexta edición.

6. ENTREGA DE RESULTADOS E IMPACTOS

Se realizó la caracterización del proyecto en términos de costos, riesgos y descripción técnica:

El acueducto del municipio de UNE actualmente tiene las siguientes características en términos técnicos, posee una microcuenca, una bocatoma, desarenador, tanque de almacenamiento y red de distribución, el sistema se encuentra para abastecer un total de 3500 habitantes, con base en esto la norma RAS indica que se debe tener un sistema de baja complejidad y se necesita que los predios a los que se lleve el servicio, posean un medidor. revisando el juicio de expertos y diferentes valores del mercado el mantenimiento y reparación del acueducto existente oscila su valor entre los 28,000,000 y 40,000,000 millones de los cuales una partida presupuestal es asignada por la alcaldía para el caso del municipio de UNE esta partida es de 28,000,000, (2019), adicionalmente se debe tener en cuenta los costos adicionales provenientes de los riesgos propios del proyecto, como lo son sobrecostos de materiales y cambios climáticos, los cuales se plantearan con juicio de expertos en proyectos similares. Con este presupuesto en mente los investigadores desarrollaran el capítulo de presupuesto bajo los lineamientos del capítulo 7 del Project Management Book en su sexta edición.

6.1. PLANIFICACION DE GESTION DE COSTOS

6.1.1. ENTRADAS

6.1.1.1. ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO

El acta de constitución del proyecto define los diferentes aspectos a tener en cuenta para la aprobación del proyecto. El acta de constitución del presente proyecto se desarrolló y se presenta en el Anexo A

6.1.1.2. PLAN PARA LA DIRECCION DEL PROYECTO

6.1.1.2.1. PLAN DE GESTION DEL CRONOGRAMA

- **MODELO DE PROGRAMACIÓN:** la programación del proyecto se realizará teniendo en cuenta el juicio de expertos en proyectos del mismo orden de magnitud y se desarrollará con el apoyo de las siguientes herramientas:

Diagramas de Red
Diagramas de Gantt
Microsoft Project

- **NIVEL DE EXACTITUD:** en cuanto al cronograma se manejará holguras de 2 días.
- **UNIDADES DE MEDIDA:** el proyecto contara con las siguientes unidades de medida:

SIGLA	UNIDAD	CASO DONDE SE UTILIZA
d	día	Duración del proyecto y de cada una de las actividades
m1	Metro lineal	Distancias
m2	Metro cuadrado	Áreas
m3	Metro cubico	Volumen
m3/s	Metros cúbicos sobre segundos	caudal
s	segundos	Tiempo
"	pulgadas	diámetros
H/h	Horas hombre	Rendimiento de actividades

- **ENLACES CON LOS PROCEDIMIENTOS DE LA ORGANIZACIÓN:** la estructura de desglose del trabajo EDT/WBS se desarrolló y se muestra en el Anexo No. B
- **MANTENIMIENTO DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN:** la programación del proyecto debe ser actualizada semanalmente, verificando el cumplimiento de los tiempos estipulados.
- **UMBRALES DE CONTROL:** para que se lleve a cabo revisión o control sobre el cronograma, se debe evidenciar cambios en la duración de actividades de más del 5%.

6.1.1.2.2. PLAN DE GESTION DE LOS RIESGOS

La gestión de riesgos del proyecto será desarrollada por parte de los investigadores y los mismos se definirán utilizando las fuentes de datos de proyectos similares desarrollados en el país y tomando en cuenta la zona de desarrollo del presente proyecto.

Los riesgos serán categorizados según su nivel de impacto a los objetivos del proyecto como: bajo, medio y alto tomando en cuenta el impacto positivo o negativo que presenten tanto en cronograma como en costos.

Se utilizarán 5 acciones dentro de la gestión del riesgo, que se pueden tomar sobre cada uno de los riesgos identificados, las cuales son:

- Aceptar el riesgo
- Evitar el riesgo
- Transferencia del riesgo
- Mitigar el riesgo
- Explorar el riesgo

La matriz de riesgos desarrollada del proyecto se encuentra en el anexo F donde se describe claramente cada uno de los riesgos del proyecto y los costos que conlleva dentro del desarrollo de la obra. Para con esto determinar el porcentaje de reserva para manejo de riesgos dentro del proyecto.

6.1.1.3. FACTORES AMBIENTALES DE LA EMPRESA

Los factores ambientales contemplados corresponden aquellos factores que no se pueden controlar dentro del desarrollo del proyecto y no dependen directamente de los investigadores. Se definieron los siguientes:

- Tipos de Acueductos. No todos los acueductos de los municipios son iguales los acueductos más comunes son los de conducción por gravedad y a pesar que en la zona de estudio se cuenta con este tipo de acueducto, los componentes del mismo fueron desarrollados sin tomar en cuenta la normatividad y reglamentación sobre el tema y muchos de manera artesanal, lo que hace que establecer los costos para el mejoramiento sea un poco más dispendioso debido a la complejidad de los sistemas existentes.
- Partidas presupuestales para cada municipio: Son dineros que entrega la administración local a los planes de desarrollo municipal y sobre las cuales se deben ejecutar los presupuestos sin exceder el valor estipulado. Para el año 2019 los recursos asignados para agua potable y saneamiento básico correspondieron a \$249'515.335 millones de pesos (2019).
- Plan de desarrollo municipal: dentro del plan de desarrollo municipal de una Cundinamarca del año 2020, se estipula que existen planes que buscan garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para toda la comunidad (Poveda, 2020), pero el mismo no estipula los montos de dinero que serán dispuestos para tal fin.
- Condiciones del mercado: la estimación de costos se realiza con datos del mercado del país, con precios referentes al último trimestre del año 2020, pero no se puede garantizar que en el momento de llevar a cabo el proyecto exista cambios en los mercados que ocasionen variación en los precios de los insumos y la mano de obra.

6.1.1.4. ACTIVOS DE LOS PROCESOS DE LA ORGANIZACIÓN

Los activos disponibles en el proceso de planificación de la gestión de costos corresponden a presupuestos de proyectos similares desarrollados en el país.

6.1.2. HERRAMIENTAS Y TECNICAS

6.1.2.1. JUICIO DE EXPERTOS

El juicio de expertos del proyecto será verificado con presupuestos e informes de proyectos de mejoramiento de acueductos desarrollados en Colombia. Los cuales se encuentran en el anexo C.

6.1.2.2. ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los datos recopilados se efectuó la revisión de los presupuestos existentes e índices de cambio en el sector de la construcción durante el 2020, para así poder establecer el rango mínimo y máximo que debe tener el presupuesto a desarrollar, y posterior hacer la aplicación de elementos económicos para presentar la propuesta ante la alcaldía municipal.

6.1.3. SALIDAS

6.1.3.1. PLAN DE GESTION DE LOS COSTOS

- **UNIDADES DE MEDIDA:** el proyecto contara con las siguientes unidades de medida:

SIGLA	UNIDAD	CASO DONDE SE UTILIZA
ml	Metro lineal	Distancias
m2	Metro cuadrado	Áreas
m3	Metro cubico	Volumen
m3/s	Metros cúbicos sobre segundos	caudal
s	segundos	Tiempo
"	pulgadas	diámetros
H/h	Horas hombre	Rendimiento de actividades

- **NIVEL DE PRECISION:** durante la estimación de costos se estableció como grado de redondeo, 2 cifras significativas (p.ej., \$ 995.59)
- **NIVEL DE EXACTITUD:** se establece como rango aceptable del +/- 10% de acuerdo a la variación del mercado.

- UMBRALES DE CONTROL: para que se lleve a cabo revisión o control sobre los costos, se debe evidenciar cambios en la estimación de costos de más del 5%.

6.2. ESTIMAR LOS COSTOS

6.2.1. ENTRADAS

6.2.1.1. PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO

6.2.1.1.1. PLAN DE GESTIÓN DE COSTOS

El plan de gestión de costos se encuentra descrito en el numeral 6.1. del presente documento.

6.2.1.1.2. LÍNEA BASE DEL ALCANCE

la línea base del alcance puede ser consultada en el anexo B del presente proyecto.

6.2.1.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

6.2.1.2.1. REGISTRO DE LECCIONES APRENDIDAS.

Para el presente documento tomamos como lecciones aprendidas la estructuración del mejoramiento del acueducto veredal de una Cundinamarca (Ruiz Gutierrez, y otros, 2019). Anexo G.

6.2.1.3. FACTORES AMBIENTALES DE LA EMPRESA

Los factores ambientales de la empresa se encuentran descritos en el numeral 6.1.1.3. del presente documento.

6.2.2. HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS

6.2.2.1. JUICIO DE EXPERTOS

En el desarrollo del presente documento tomamos como lecciones aprendidas los proyectos como lo son el mejoramiento del acueducto de la vereda chucuri, departamento de Santander, así como el mejoramiento de redes y estructuras del sistema de acueducto para la vereda plan de llano, departamento de Santander. Anexo C.

6.2.2.2. ESTIMACION TRES VALORES

Para la estimación de costos se plantea el método de los tres valores o PERT el cual es escogido debido a que no se dispone mucha información del proyecto y es la estimación que más se ajusta a la realidad de una obra civil.

Para los valores más probables se tomaron los valores de las actividades de proyectos similares los cuales pueden ser consultados en el ANEXO D.

Para el porcentaje de variación de precios de los valores optimistas y pesimistas se verificaron en el DANE el índice de variación de costos de la construcción con corte a septiembre de 2020 (DANE, 2020), la cual presenta las siguientes variaciones:

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Total ICC	2.98	2.81	2.99	3.02	3.18	3.18	3.29	3.26	3.33

Tabla 4: ICC - Variación mensual según canasta general – (Fuente: DANE)

De la información obtenida se toma la mayor variación del año como porcentaje para el valor pesimista y el menor valor de variación como porcentaje de cambio para el valor optimista, obteniendo los siguientes resultados en el presupuesto del proyecto:

ACTIVIDAD	OPTIMISTA	MAS PROBABLE	PESIMISTA	PERT
Localizacion y Replanteo	\$ 1.293.598,90	\$ 1.331.000,00	\$ 1.375.322,30	\$ 1.332.153,53
Excavacion en material comun	\$ 317.539,17	\$ 326.720,00	\$ 337.599,78	\$ 327.003,16
Excavacion en Roca	\$ 402.667,89	\$ 414.310,00	\$ 428.106,52	\$ 414.669,07
Concreto de limpieza	\$ 1.306.078,10	\$ 1.343.840,00	\$ 1.388.589,87	\$ 1.345.004,66
Placa en concreto impermeabilizado 400 PSI	\$ 2.141.795,47	\$ 2.203.720,00	\$ 2.277.103,88	\$ 2.205.629,89
Muros en concreto impermeabilizado 4000 PSI	\$ 3.606.895,84	\$ 3.711.180,00	\$ 3.834.762,29	\$ 3.714.396,36
Suministro e instalacion acero de refuerzo	\$ 78.738,48	\$ 81.015,00	\$ 83.712,80	\$ 81.085,21
Suministro e instalacion de rejilla galvanizada	\$ 535.904,69	\$ 551.399,00	\$ 569.760,59	\$ 551.876,88
Pasamuro de 2"	\$ 48.128,49	\$ 49.520,00	\$ 51.169,02	\$ 49.562,92
Suministro e instalacion de Tuberia PVC 2"	\$ 92.918,50	\$ 95.605,00	\$ 98.788,65	\$ 95.687,86
Excavacion en material comun	\$ 127.015,67	\$ 130.688,00	\$ 135.039,91	\$ 130.801,26
Relleno con material existente	\$ 5.298,80	\$ 5.452,00	\$ 5.633,55	\$ 5.456,73
torre de tratamiento artesanal	\$ 2.915.700,00	\$ 3.000.000,00	\$ 3.099.900,00	\$ 3.002.600,00
Excavacion en material comun	\$ 7.938.479,20	\$ 8.168.000,00	\$ 8.439.994,40	\$ 8.175.078,93
Relleno con material existente	\$ 1.324.699,70	\$ 1.363.000,00	\$ 1.408.387,90	\$ 1.364.181,27
Demarcacion	\$ 583.140,00	\$ 600.000,00	\$ 619.980,00	\$ 600.520,00
Lavado de tanque	\$ 249.832,73	\$ 257.056,00	\$ 265.615,96	\$ 257.278,78
Suministro y aplicación de revestimiento impermeable	\$ 2.285.711,26	\$ 2.351.796,75	\$ 2.430.111,58	\$ 2.353.834,97
Cuneta perimetral	\$ 1.514.722,19	\$ 1.558.516,50	\$ 1.610.415,10	\$ 1.559.867,21
Cerramiento en malla eslabonada	\$ 4.252.062,50	\$ 4.375.000,00	\$ 4.520.687,50	\$ 4.378.791,67
	-2,81%		3,33%	\$ 31.945.480,36

Gráfica 8: Estimación por tres valores – (Fuente: propia de los autores)

Realizada la estimación por tres valores, obtenemos como nuestro valor promedio para el desarrollo del proyecto un valor a costo directo de \$ 31.945.480,36 presentando una variación de 0,087% mayor del valor más probable. Los cálculos pertinentes pueden ser consultados en el Anexo E.

6.2.2.3. ANALISIS DE DATOS

Dentro del proyecto y partiendo que no se dispone de información precisa sobre el proyecto se plantea tener dentro del contrato una reserva para contingencias con el fin de conllevar los riesgos o imprevistos que se presenten en la obra. Para el presente proyecto y tomando en cuenta los documentos de juicios de expertos (Fajardo Gutierrez, y otros, 2018) y la matriz de riesgos del proyecto se plantea un porcentaje de reserva del 5% para manejo de riesgos el cual sería adicional al costo directo del proyecto y dentro del valor del AIU del proyecto contemplar 5% destinado a imprevistos de la obra.

6.2.3. SALIDAS

6.2.3.1. ESTIMACION DE COSTOS

La estimación de costos del proyecto se llevó a cabo utilizando la estimación por tres valores y se plantearon porcentajes de reserva para contingencias del 5% del costo directo.

Para el valor correspondiente al AIU del proyecto se verifico diferentes proyectos desarrollados por el municipio de Une donde se manejan porcentajes entre el 30% y 35%, con lo cual se estimaría un valor total del proyecto así:

Costo directo	\$ 31.945.480,36
% reserva contingencias	\$ 1.600.000,00
A.I.U (30%)	\$ 9.583.644,11
IVA (19%)	\$ 1.820.892,38
Costo Total	\$ 44.950.016,85

Tabla 5: Discriminación del costo del proyecto - (Fuente: propia de los autores)

6.2.3.2. ACTUALIZACIONES A LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

La actualización del presupuesto del proyecto se debe llevar a cabo principalmente si se presenta un cambio de año de desarrollo del proyecto ya que puede existir una variación mayor en los precios de cada actividad y no realizar el ajuste correspondiente puede conllevar a desequilibrio económico en el contrato.

6.3. DETERMINAR EL PRESUPUESTO

6.3.1. ENTRADAS

6.3.1.1. PLAN PARA LA DIRECCION DEL PROYECTO

Plan presentado y desarrollado en el numeral 6.1.1.2. del presente documento.

6.3.1.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Los documentos del proyecto contemplan el registro de lecciones aprendidas, expuestas en el numeral 6.2.1.2. del presente documento.

6.3.1.3. FACTORES AMBIENTALES DE LA EMPRESA

Los factores ambientales de la empresa se encuentran descritos en el numeral 6.1.1.3. del presente documento.

6.3.1.4. ACTIVOS DE LOS PROCESOS DE LA ORGANIZACIÓN

Los activos de los procesos de la organización se encuentran descritos en el numeral 6.1.1.4. del presente documento.

6.3.2. HERRAMIENTAS Y TECNICAS

6.3.2.1. JUICIO DE EXPERTOS

Aparte descrito en el numeral 6.2.2.1. del presente documento.

6.3.2.2. ANALISIS DE DATOS

El análisis de los datos obtenidos por la estimación de tres valores fue presentado en el numeral 6.2.2.3. del presente documento.

6.3.3. SALIDAS

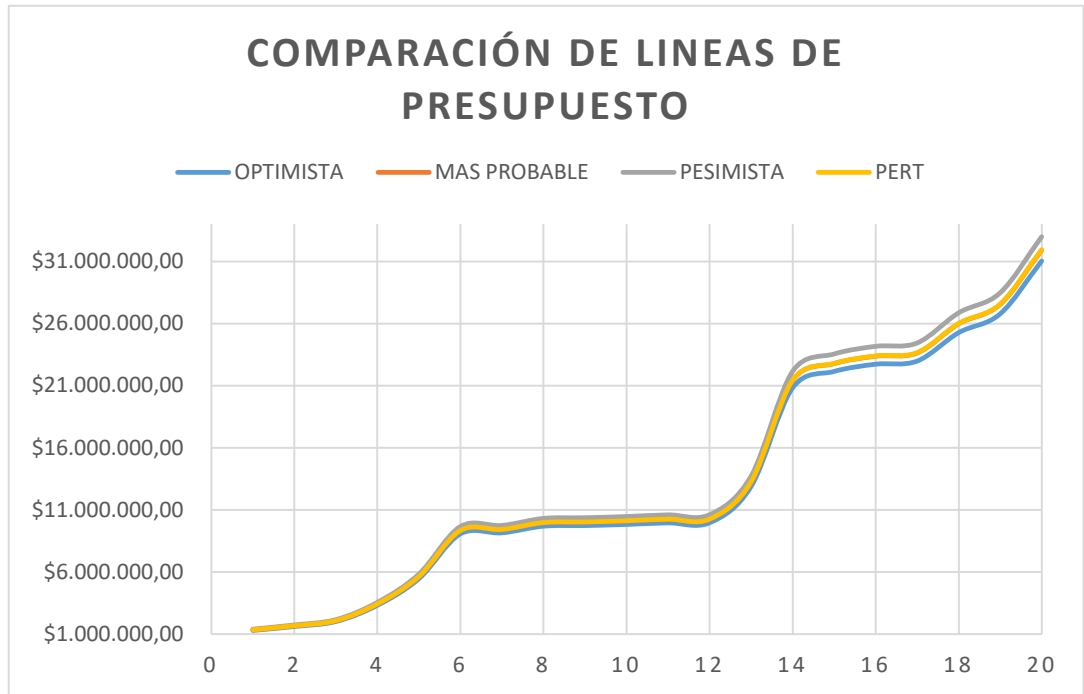
6.3.3.1. LINEA BASE DE COSTOS

Según los datos obtenidos de la estimación por tres valores o PERT se realiza la gráfica de comparación de cada uno de los presupuestos de la cual se puede destacar:

- La mayor inversión en dinero se evidencia entre las actividades 12 y 14 la cual corresponde a la excavación en material común para la conducción del

sistema.

- Entre las actividades 6 a la 12 no se observa un crecimiento significativo de inversión ya que se están realizando las actividades de mejoramiento de la bocatoma.
- Entre el presupuesto esperado y el obtenido por PERT no se logra evidenciar diferencia grafica ya que la variación corresponde a menos del 0,1%.



Gráfica 9: Comparación de líneas de presupuestos – (Fuente: propia de los autores)

6.3.3.2. ACTUALIZACIONES A LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Las actualizaciones a los documentos del proyecto fueron contempladas en el numeral 6.2.3.2. del presente documento.

6.4. COMO RESPONDE A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta de investigación del presente trabajo fue: ¿Cuáles son las mejoras que se pueden presentar al desarrollar la gestión de costos bajo los lineamientos de la Guía PMBOK, para que sean un aporte a la alcaldía del municipio de UNE?, en relación con esto el desarrollar la gestión de costos bajo los lineamientos de la guía PMBOK, se presentan las siguientes mejoras, como aporte agregado a la alcaldía municipal:

- Al efectuar el acta de constitución del proyecto, se dejan claros los lineamientos y requisitos del proyecto. Y esto es un Documento que no se

realiza en un proceso normal, dentro de la estructuración de procesos de selección llevados a cabo en la contratación estatal.

- Al hacer la gestión de costos con los lineamientos del capítulo 7 se puede escoger la estimación de costos más apropiada según el tipo de obra y la información que se posea de la misma.
- Se pueden identificar desde la concepción del proyecto los interesados en el mismos, y estos interesados son participantes activos en el desarrollo de la gestión de costos ya que aportan conocimientos, los cuales son de utilidad para efectuar el acta de constitución.

7. NUEVAS AREAS DE CONOCIMIENTO

Tomando en cuenta las asignaturas vistas en el programa de especialización en gerencia de obras más específicamente la de “Building information modeling” BIM, se propone desarrollar en el proyecto de estudio la modelación 3D del sistema de acueducto con el fin de integrar todos los participantes del proceso y que exista una sola fuente de información durante el ciclo de vida de la obra.

8. CONCLUSIONES

- El desarrollar la gestión de costos de este proyecto bajo lineamientos del PMBOK otorga la posibilidad de tener un panorama más claro del desarrollo del proyecto y minimizar la incertidumbre en la ejecución, frente a que se presenten incrementos o actividades no previstas.
- El presente proyecto genera un aporte al desarrollo rural en los municipios del país, y el mismo plantea y permite la aplicación de conocimientos en gerencia de obras, permitiendo a futuros estructuradores y estudiantes desarrollar y replicar en termino de costos obras de similar envergadura.
- Como profesionales en la ingeniería civil y futuros especialistas en gerencia de obras el presente proyecto permitió la aplicación de herramientas como lo son: línea base del alcance y línea base de costos, lo que ofreció la retroalimentación de la teoría adquirida, en las asignaturas gestión económica y financiera en la construcción, gestión y gerencia de proyectos y organizaciones y profundización en gerencia de obras.
- Los resultados del estudio son netamente datos de carácter económico, lo que indico que la proyección económica del municipio para acueductos rurales, se encuentra deficiente o con menor valor a lo que en realidad se necesita para suplir las necesidades existentes.
- Durante el presente proyecto se desarrolló la estimación de costos, bajo la modalidad de los tres valores o pert, tomando como base presupuestal proyectos de similar envergadura, como dos alcantarillados del departamento de Santander, estableciendo así una estrecha relación con la estimación de los costos y la pregunta de investigación donde se mencionó que los lineamientos de la guía PMBOK, permiten estructurar la gestión de costos según la naturaleza del proyecto
- Se realizará la entrega a la alcaldía del municipio de Une, el presente proyecto ya que es un estudio con precios del mercado actuales, lo que disminuye la posibilidad de desajuste en precios del proyecto, con lo cual se espera que la administración inicie el proceso de contratación del mejoramiento del acueducto veredal.
- La factibilidad económica del proyecto es positiva en cuanto a históricos de contratación del municipio y el valor agregado de aceptación que tendría el mismo dentro de la comunidad beneficiada.
- Durante el análisis financiero del proyecto, el mismo resulto económicamente factible al ser un proyecto que tiene respaldo económico dentro del plan de

gobierno actual del municipio de Une y el costo final obtenido se encuentra dentro de los parámetros de disponibilidad presupuestal para acueductos de la alcaldía municipal.

BIBLIOGRAFIA

- ambiental, Fondo para la comunicación y la educación.** Agua.org. *Agua.org*. [En línea] [Citado el: 04 de 05 de 2020.] <https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua/>.
- 2017.** BASF. *BASF*. [En línea] 2017. [Citado el: 04 de 05 de 2020.] <https://www.basf.masterbrace.es/fiber-reinforced-polymer>.
- Bohorquez, Ruth. 2011.** pueblos cundinamarca. *pueblos cundinamarca*. [En línea] 07 de 02 de 2011. [Citado el: 04 de 05 de 2020.] <https://ruborpuebloscundinamarca.blogspot.com/2011/02/une-apuntes-de-historia.html>.
- Castiblanco, Pedro, y otros. 2017.** *Design of a prefeasibility model of costs for the construction of a veredal sewer in Cundinamarca, for a medium company*. Bogotá : s.n., 2017.
- Cubillos Poveda, Fredy Alonso. 2020.** Une-Cundinamarca. *Une-Cundinamarca*. [En línea] 22 de 04 de 2020. [Citado el: 04 de 05 de 2020.] <http://www.une-cundinamarca.gov.co/tema/planes>.
- DANE. 2020.** DANE. *DANE*. [En línea] 17 de 02 de 2020. [Citado el: 03 de 05 de 2020.] <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>.
- . **2005.** dane información para todos. *dane información para todos*. [En línea] 2005. [Citado el: 12 de Abril de 2020.] <https://www.dane.gov.co/index.php/convocatorias-y-contratacion/informacion-laboral/historial-de-convocatorias/convocatorias-2012/138-espanol/307-dane-para-todos>.
- . **2018.** dane información para todos. *dane información para todos*. [En línea] 2018. [Citado el: 12 de Abril de 2020.] www.dane.gov.co.
- . **2020.** DANE información para todos. *DANE información para todos*. [En línea] 16 de 10 de 2020. [Citado el: 3 de 11 de 2020.] <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indice-de-costos-de-la-construccion-pesada>.
- Decision making and risk analysis in managing the Severn Trent Water grid*.
- Wilkinson, R. 1995.** Birmingham, United Kingdom : s.n., 1995.
- desarrollo, Programa de las naciones unidas para el.** UNDP. *UNDP*. [En línea] <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>.
- Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico - Ministerio de Desarrollo. 2000.** REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS-2000. *SISTEMAS DE ACUEDUCTO* . BOGOTA : s.n., 2000.
- Fajardo Gutierrez, Rodolfo y Marles Osorio, Rodrigo. 2018.** unipiloto. *unipiloto*. [En línea] 2018. [Citado el: 25 de 11 de 2020.] <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4625/CONSTRUCI%C3%93N%20ACUEDUCTO%20MULTIVEREDAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- finanbolsa. *finanbolsa*. [En línea] [https://finanbolsa.com/2014/02/05/las-](https://finanbolsa.com/2014/02/05/las-34)

fluctuaciones-de-los-tipos-de-cambio/.

Google. Google maps. *Google maps*. [En línea] [Citado el: 11 de 05 de 2020.] <https://www.google.com/maps/place/Une,+Cundinamarca/@4.4025849,-74.0297619,16z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e3fbab4366e8103:0xd106ab711d436e2e!8m2!3d4.402585!4d-74.025384>.

IDEAM. 1981-2010. *atlas climatologico de Colombia*. 1981-2010.

Institute, Project Management. 2017. *A guide to the project management body of knowledge - PMBOK GUIDE*. Newtown Square, Pennsylvania : Project Management Institute, Inc., 2017. 978-1-62825-194-4.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. *El Ideam y la gestión integral del recurso hídrico*.

Londoño Vélez, Sebastián. 2018. www.eltiempo.com. *www.eltiempo.com*. [En línea] 18 de 08 de 2018. [Citado el: 20 de 04 de 2020.] <https://www.eltiempo.com/politica/gobierno/menos-del-5-de-la-plata-robada-por-corruptos-es-recuperada-en-colombia-257592>.

Mantilla, Guillermo, y otros. IDEAM. *IDEAM*. [En línea] [Citado el: 04 de 05 de 2020.]

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/medioambiente/cap6.pdf>.

Nacional, Gobierno. 2012. Justicia Ambiental. *Juaticia Ambiental*. [En línea] 2012. [Citado el: 12 de Abril de 2020.]

Optimisation design and structure analysis of large-scale prestressed rectangular aqueduct. **Ma, Wenliang y Bai, Xinli. 2018.** 1-3, Zhengzhou : International journal of materials and structural integrity, 2018, Vol. 12.

Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura. 2007. *Agua para todos - Agua para la vida*. 2007.

Poveda, Fredy Alonso Cubillos. 2020. *une cundinamarca. une cundinamarca*. [En línea] 01 de 07 de 2020. [Citado el: 16 de 10 de 2020.] <http://www.une-cundinamarca.gov.co/tema/planes>.

River chor aqueduct reconstruction. **Canning, Lee y Halpin, Martin. 2015.** s.l. : Advanced Composites in Construction, ACIC 2015 - Proceedings of the 7th Biennial Conference on Advanced Composites In Construction, 2015.

Rodríguez Gómez, Juan Camilo. Banrepcultural. *Banrepcultural*. [En línea] [Citado el: 12 de Abril de 2020.]

Roose, David y Starks, David. 2006. *The California State Water Project: Asset management & condition assessment*. State of California, United States : s.n., 2006.

Ruiz Gutierrez , Kimberly Johana y Guzmán Chaparro, Michael Eduard. 2018. Resultados Laboratorio sobre calidad del Agua. Bogotá : s.n., 2018.

Ruiz Gutierrez, Kimberly Johana y Guzman Chaparro, Michael Eduard. 2019. *DIAGNÓSTICO Y PLAN DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA VEREDA QUECA EN EL MUNICIPIO DE UNE CUNDINAMARCA SEGÚN PARÁMETROS DE LA RAS – 200*. 2019.

Snurmacher, Carlo Ali. 1984. El pais. *El pais*. [En línea] 05 de 04 de 1984. [Citado el: 03 de 05 de 2020.]

https://elpais.com/diario/1984/04/06/economia/450050402_850215.html.

The geology and hydrogeology of the Cassino plain (central Apennines, Italy): redefining the regional groundwater balance. **Saroli, Michele, Lancia, Michele y Petitta, Marco. 2019.** s.l. : Hydrogeology Journal, 2019, Vol. 27, págs. 1563-1579. **2019.** une-cundinamarca. *une cundinamarca.* [En línea] 16 de 08 de 2019. [Citado el: 16 de 10 de 2020.] <http://www.une-cundinamarca.gov.co/tema/presupuesto>. **2019.** [une-cundinamarca.gov.co](http://www.une-cundinamarca.gov.co). *une-cundinamarca.gov.co.* [En línea] 11 de 03 de 2019. [Citado el: 01 de 10 de 2020.] <http://www.une-cundinamarca.gov.co/tema/planes>.

Water service: The public stock company and territorial effects. the case of Apulia aqueduct. **Ciervo, Margherita. 2017.** 115-137, Foggia : Rivista Geografica Italiana, 2017, Vol. 124.

Water wells monitoring solution in rural zones using IoT approaches and cloud-based real-time databases. **Arevalo Gomez, Miguel Angel, y otros. 2018.** Bogotá : EATIS, 2018. a39.