

**Propuesta para Aumentar el Abastecimiento de Agua Tratada en el Municipio de la Villa  
de San Diego de Ubaté**

Elaborado por:

Karen Johanna Elejalde Gómez

Jessica Paola Acero Linares

Diego Felipe Garzón Murcia

Universidad Ean

Escuela de Formación en Investigación

Seminario de Investigación de Pregrado

Bogotá

# Seminario de Investigación Especialización

22/09/2023



## RESUMEN

La Empresa Emservilla S.A. ESP es la encargada de proporcionar los servicios de saneamiento básico en la Villa de San Diego de Ubaté y sus 9 veredas, así como en 6 centros poblados. Sin embargo, el crecimiento de la población ha aumentado la demanda de agua potable, y las normativas nacionales requieren actualizaciones periódicas de los planes de abastecimiento de agua. La última actualización del Plan Maestro de Acueducto para Ubaté se realizó en 2010. Las regulaciones gubernamentales exigen que las administraciones locales actualicen estos planes en sus planes de desarrollo. La investigación propone presentar propuestas para garantizar el suministro de agua en el futuro. Esto implica la revisión de la situación actual, estimación de las necesidades futuras, desarrollo de planes de acción para prevenir el agotamiento del recurso y la promoción de prácticas de conservación del agua.

La gestión de proyectos desempeñará un papel crucial en la ejecución de esta propuesta. Se requerirá la identificación y coordinación de múltiples partes interesadas, la planificación detallada, la asignación de recursos y un seguimiento efectivo.

Palabras Clave: Agua tratada, Acueducto, Demanda de Agua, Riesgo desabastecimiento

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Empresa Emservilla S.A. ESP, es la encargada actualmente de prestar el servicio de saneamiento básico del municipio de La Villa de San Diego de Ubaté, así como, a las 9 veredas que lo conforman (Apartadero, Centro del Llano, Palo gordo, Sucunchoque, Guantancuy, Pantera, Soaga, Tausavita y Volcán), además por 6 centros poblados o nucleados.

Por consiguiente y según los lineamientos del gobierno nacional establecidos en el Decreto 1425 de 2019, establece que cada 10 o 15 años se hace necesario la actualización de los estudios de abastecimiento de agua potable por el crecimiento de sus habitantes y establecer las alternativas de surtir el líquido vital con la misma fuente u otras.

Ante esta situación, la última actualización que se tiene del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado del municipio de Ubaté fue en el año 2010, Así las cosas, las ordenanzas dictadas por el gobierno nacional y entidades gubernamentales establecen que en los Planes de Desarrollo de la administración elegida deberá ejecutar dicha actualización.

### **Antecedentes del Problema**

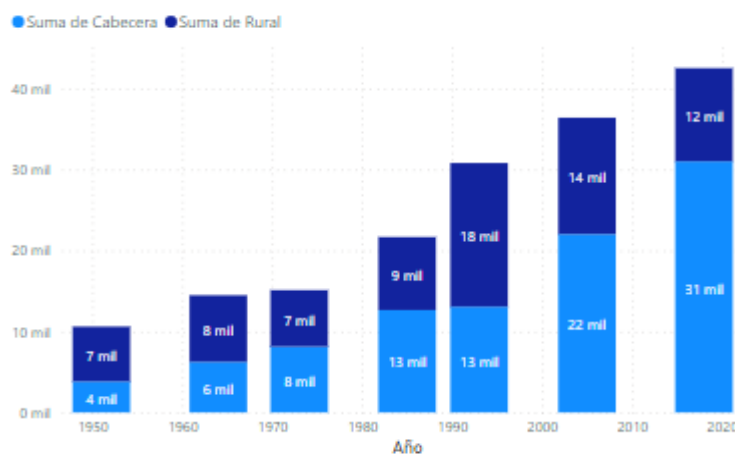
Conforme al anterior enunciado, mediante el Decreto 180 de 2008 Empresas Públicas de Cundinamarca S.A. ESP es asignado como Gestor del Plan de Departamental de Agua para el departamento de Cundinamarca, quien a su nombramiento se obliga a gestionar todo lo necesario para que certifique el cubrimiento de la demanda del servicio de agua potable apta para el consumo humano que garantice la calidad de vida de los habitantes de los municipios del Departamento.

Según lo establecido en su plan de desarrollo el municipio de la Villa De San Diego de Ubaté (Acuerdo Municipal No. 05, 2020) “UNA NUEVA UBATE, existe el programa denominado AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO CON CALIDAD PARA UBATÉ cuyo objetivo es prestar de manera oportuna y eficiente los servicios públicos de agua potable”

A su vez dentro del Acuerdo Municipal No. 05 de 2020, se establece en el numeral 2 “Sector Agua Potable y Saneamiento Básico” el subprograma “MEJOR SERVICIO DE ACUEDUCTO PARA UBATÉ - busca mejorar la cobertura y calidad del servicio de agua potable, en la zona urbana y rural del municipio, desarrollando acciones que optimicen los acueductos, las plantas de tratamiento y la calidad del agua en el municipio.”

En este sentido y según censo poblacional del SISBEN para el Municipio de la Villa de San Diego se evidencia un crecimiento poblacional considerable desde el año 1950, el cual se refleja en los datos obtenidos en los censos realizados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), ver Figura No. 1.

**Figura 1.** Censos Poblacionales DANE del Municipio de Ubaté



**Nota:** Autores (Información extraída del DANE)

Este comportamiento se correlaciona con la tendencia reportada por el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN). Ver Tabla 1.

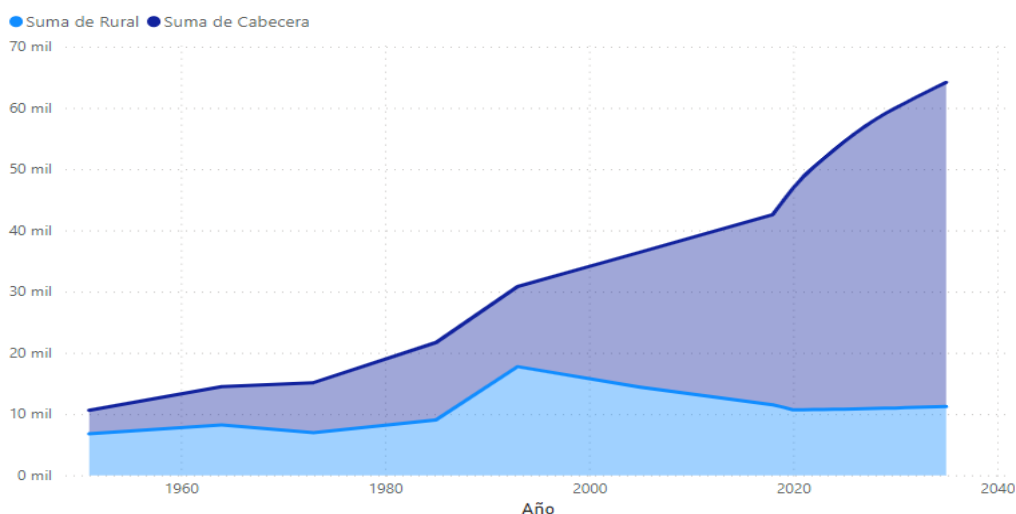
**Tabla 1.** Censos Poblacionales SISBEN (Segundo semestre 2022)

Año	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio (Anual)
2011						23.434	23.434
2012		29.054		29.560		30.333	28.116
2013		31.412		31.684	31.803	31.862	31.360
2014	32.343	31.414	32.556	32.564	32.819	32.828	32.336
2015	33.346	33.281	33.292	33.371	33.515	33.472	33.254
2016	33.890	33.938	34.033	34.061			33.849

**Nota:** SISBEN (Segundo semestre 2022)

Adicionalmente, el DANE proyecta para el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté, tanto cabecera municipal como zona rural, un incremento superior al 50% (Ver Figura No. 2).

**Figura 2.** Proyección DANE del Municipio de Ubaté



**Nota:** Autores (Información extraída del DANE)

Según lo establecido en el artículo 43 de la resolución 330 de 2017 (Expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia), se tiene un valor máximo de dotación neta por habitante según la ubicación del municipio (Clasificación sobre altura sobre el nivel del mar), con la cual puede contemplarse como el valor límite a suministrar por habitante (Ver Tabla No. 2).

**Tabla 2.** *Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida*

Altura Promedio Sobre el Nivel del Mas de la Zona Atendida	Dotación Neta Máxima (L/Hab*Día)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 - 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

**Nota:** Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia (Falta cita)

Esto permite identificar en primera instancia que para el año 2035 según las proyecciones iniciales del DANE, se debe contemplar una demanda neta máxima de 7.700.040 Litros/día de agua tratada para el casco urbano y rural del Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté.

**Figura 3. - INFORMACIÓN DEL CENSO DE POBLACIÓN Y PROYECCIÓN A 2035 DANE**

INFORMACIÓN DEL CENSO DE POBLACIÓN Y PROYECCION A 2035 DANE			
POBLACIÓN(Hab)			
AÑO	CABECERA	RURAL	TOTAL
1951	3837	6780	10617
1964	6261	8225	14486
1973	8146	6983	15129
1985	12661	9028	21689
1993	13080	17752	30832
2005	22042	14391	36433
2018	31042	11516	42558
2019	33675	11127	44802
2020	36231	10680	46911
2021	38062	10712	48774
2022	39573	10736	50309
2023	40982	10756	51738
2024	42357	10784	53141
2025	43680	10805	54485
2026	44916	10850	55766
2027	46071	10876	56947
2028	47131	10911	58042
2029	48104	10967	59071
2030	48971	10991	59962
2031	49789	11045	60834
2032	50595	11105	61700
2033	51402	11136	62538
2034	52175	11191	63366
2035	52946	11221	64167

**Nota:** Censo DANE 2018

La proyección inicial se realizó con la información intercensal suministrada por el DANE (Ver Figura 3), donde se muestra que hay un crecimiento considerable de la población para el año 2022. La primera investigación que se realizó consistió en tomar el dato intercensal del SISBEN, no obstante, es un parámetro para analizar la población inicial. De lo anterior, se puede evidenciar que para el año 2022, la población del SISBEN es de 33500 habitantes considerando

Casco Urbano y Restos. La población proyectada por el DANE para el año 2022 es de 50309 habitantes cabecera y rural, datos entre los cuales se tiene una diferencia de alrededor del 50%.

De acuerdo con el artículo 43 de la resolución 330 de 2017 la dotación neta se determinó a partir de datos de consumo de agua potable; histórico de los usuarios del año 2021 suministrada por la empresa de servicios públicos EMSERVILLA. En las siguientes tablas se analizaron bimestralmente los consumos y dotación (Ver Figura, 4, Figura 5, Figura 6 y Figura 7).

**Figura 4** - Estadística de consumo de agua potable entre enero - febrero 2021 del Municipio de Ubaté

EMSERVILLA S.A. E.S.P									
ESTADÍSTICA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE ENTRE ENERO - FEBRERO 2021									
CABECERA, CENTROS POBLADOS Y RURAL QUE SE ABASTECE DEL URBANO									
Código	Ubicación: Uso	Es- tra- to	CONSUMO M3	Caudal diario l/s	Caudal diario l/día	Usuarios	Usuarios con lec- tura	Habitan- tes con lectura	Habitantes con lectura + 12.36% Flo- tante
1	RESIDENCIAL	1	17.142	3.36	290542	721	687		
		2	96.721	18.97	1639339	3964	3.711		
		3	89.528	17.56	1517424	3753	3.541		
		4	5.985	1.17	101441	305	289		
	<b>TOTAL, RESIDEN- CIAL</b>		<b>209376</b>	<b>41.07</b>	<b>3548746</b>	<b>8743</b>	<b>8228</b>	<b>32816</b>	<b>36872</b>
2	COMERCIAL PP	0	33.123	6.50	561407	1081	958		
25	COMERCIAL GRAN PRODUCTOR	0	850	0.17	14407	15	13		
3	INDUSTRIAL	0	1.219	0.24	20661	11	10		
31	INDUSTRIAL GRAN PRODUCTOR	0	0	0.00	0	1	0		
4	OFICIAL	0	3.042	0.60	51559	55	48		
41	OFICIAL GRAN PRODUCTOR	0	4.292	0.84	72746	7	7		
	<b>TOTAL, OTROS</b>		<b>42526</b>	<b>8.34</b>	<b>720780</b>	<b>1170</b>	<b>1036</b>		

DOTACION l/hab*día			96
CAUDAL TOTAL	251902	49.42	4269525

**Nota** - Información suministrada por EMSERVILLA

**Figura 5 - Estadística de consumo de agua potable entre marzo - abril 2021 del Municipio de Ubaté**

EMSERVILLA S.A. E.S.P									
ESTADÍSTICA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE ENTRE MARZO - ABRIL 2021									
Ubicación: CABECERA, CENTROS POBLADOS Y RURAL QUE SE ABASTECE DEL URBANO									
Có-digo	Uso	Es-trato	CONSUMO M3	Caudal diario l/s	Caudal diario l/día	Usua-rios	Usua-rios con lec-tura	Habitan-tes con lectura	Habitantes con lectura + 12.32% Flotante
1	RESIDENCIAL	1	19,339	3.79	327780	732	700		
		2	107,275	21.04	1818220	3972	3,731		
		3	101,766	19.96	1724847	3786	3,576		
		4	6,331	1.24	107305	305	287		
<b>TOTAL, RESIDENCIAL</b>			<b>234711</b>	<b>46.04</b>	<b>3978153</b>	<b>8795</b>	<b>8294</b>	<b>33079</b>	<b>37155</b>
2	COMERCIAL PP	0	37,230	7.30	631017	1086	961		
25	COMERCIAL GRAN PRODUCTOR	0	951	0.19	16119	15	13		
3	INDUSTRIAL	0	1,358	0.27	23017	11	8		
31	INDUSTRIAL GRAN PRODUCTOR	0	18	0.00	305	1	1		
4	OFICIAL	0	3,577	0.70	60627	55	48		
41	OFICIAL GRAN PRODUCTOR	0	5,448	1.07	92339	7	7		
<b>TOTAL, OTROS</b>			<b>48582</b>	<b>9.53</b>	<b>823424</b>	<b>1175</b>	<b>1038</b>		
<b>DOTACION l/hab*día</b>					<b>107</b>				
<b>CAUDAL TOTAL</b>			<b>283293</b>	<b>55.57</b>	<b>4801576</b>				

**Nota:** Información suministrada por EMSERVILLA

**Figura 6 - Estadística de consumo de agua potable entre mayo - junio 2021 del Municipio de Ubaté**

EMSERVILLA S.A. E.S.P									
ESTADÍSTICA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE ENTRE MAYO - JUNIO 2021									
Ubicación: CABECERA, CENTROS POBLADOS Y RURAL QUE SE ABASTECE DEL URBANO									
Có-digo	Uso	Es-trato	CON-SUMO M3	Caudal diario l/s	Caudal diario l/día	Usua-rios	Usua-rios con lectura	Habitan-tes con lectura	Habitantes con lectura + 12.32% Flotante
1	RESIDENCIAL	1	18,552	3.64	314441	739	708		
		2	100,666	19.75	1706203	3979	3,742		
		3	95,084	18.65	1611593	3803	3,584		
		4	6,433	1.26	109034	305	291		
<b>TOTAL, RESIDENCIAL</b>			<b>220735</b>	<b>43.30</b>	<b>3741271</b>	<b>8826</b>	<b>8325</b>	<b>33203</b>	<b>37294</b>
2	COMERCIAL PP	0	34,382	6.74	582746	1092	973		
25	COMERCIAL GRAN PRODUCTOR	0	983	0.19	16661	15	12		
3	INDUSTRIAL	0	1,366	0.27	23153	11	8		
31	INDUSTRIAL GRAN PRODUCTOR	0	8	0.00	136	1	1		
4	OFICIAL	0	3,369	0.66	57102	55	48		
41	OFICIAL GRAN PRODUCTOR	0	4,977	0.98	84356	7	7		
<b>TOTAL, OTROS</b>			<b>45085</b>	<b>8.84</b>	<b>764153</b>	<b>1181</b>	<b>1049</b>		
<b>DOTACION l/hab*día</b>					<b>100</b>				
<b>CAUDAL TOTAL</b>			<b>265820</b>	<b>52.15</b>	<b>4505424</b>				

**Nota:** Información suministrada por EMSERVILLA

**Figura 7 - Estadística de consumo de agua potable entre noviembre - diciembre 2021 del Municipio de Ubaté**

EMSERVILLA S.A. E.S.P									
ESTADÍSTICA DE CONSUMO DE AGUA POTABLE ENTRE NOVIEMBRE - DICIEMBRE 2021									
Ubicación:			CABECERA, CENTROS POBLADOS Y RURAL QUE SE ABASTECE DEL URBANO						
Código	Uso	Es-trato	CONSUMO M3	Cau-dal diario l/s	Caudal diario l/día	Usua-rios	Usua-rios con lectura	Habitan-tes con lectura	Habitan-tes con lectura + 12.32% Flotante
1	RESIDENCIAL	1	20.600	4.04	349153	766	735		
		2	109,403	21.46	1854288	4029	3,792		
		3	104,706	20.54	1774678	3868	3,677		
		4	6.650	1.30	112712	310	300		
	<b>TOTAL, RESIDENCIAL</b>		<b>241359</b>	<b>47.35</b>	<b>4090831</b>	<b>8973</b>	<b>8504</b>	<b>33917</b>	<b>38095</b>
2	COMERCIAL PP	0	40,640	7.97	688814	1106	1001		
25	COMERCIAL GRAN PRODUCTOR	0	1,276	0.25	21627	14	12		
3	INDUSTRIAL	0	1,154	0.23	19559	10	9		
31	INDUSTRIAL GRAN PRODUCTOR	0	0	0.00	0	1	0		
4	OFICIAL	0	3,482	0.68	59017	57	50		
41	OFICIAL GRAN PRODUCTOR	0	5,022	0.99	85119	7	7		
	<b>TOTAL, OTROS</b>		<b>51574</b>	<b>10.12</b>	<b>874136</b>	<b>1195</b>	<b>1079</b>		

<b>DOTACION l/hab*día</b>			<b>107</b>
<b>CAUDAL TOTAL</b>	<b>292933</b>	<b>57.46</b>	<b>4964966</b>

**Nota:** Información suministrada por EMSERVILLA

En ese orden de ideas, se establece que “L/ha\*día” - Litro habitante por días, que seleccionamos por encontrarse en el rango de consumo es el 107, lo que equivale un caudal necesario de 4.964.966 Litros/día.

A partir de la siguiente normatividad, se procede a realizar el cálculo de la dotación, demanda y población:

✓ Resolución 0330 del 8 de junio de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y

Territorio “por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de agua potable y

Saneamiento básico RAS”.

✓ Lineamientos del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - MVCT, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR y Empresas Públicas de Cundinamarca – EPC. Como base, se deberá establecer los parámetros de proyección de población establecidas en la Resolución 330 de junio 8 de 2017, se establece que el horizonte de planteamiento del proyecto corresponde a la proyectada al final del periodo de diseño. Para esto se consolidó información de datos demográficos del municipio de Ubaté.

## **Descripción del Problema**

De acuerdo con la información anterior se evidencia que los datos poblacionales registrados en las bases de datos del SISBEN y del DANE correspondientes a un mismo año de referencia tienen variaciones alrededor del 50%, donde se tiene un registro de 33.500 habitantes y 50.309 habitantes respectivamente para el año 2022. Adicional, con las proyecciones del DANE se estima que la demanda neta máxima para el año 2035 es de 7.700.040 Litros/día de agua tratada para el casco urbano y rural del Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté y el abastecimiento proyectado en base a los datos obtenidos de la empresa Emservilla S.A. E.S.P. para el año 2035 es de 6.355.848 Litros/día de agua tratada para área urbana y rural del municipio, es decir, el abastecimiento proyectado para el año 2035 es inferior a la demanda máxima proyectada para este mismo año. Además, se refleja la variación entre los datos registros de población entre el SISBEN y el DANE lo que no da fiabilidad a la información, concluyendo que para el año 2035 se presentará un desabastecimiento de agua tratada dejando una parte de la población sin el suministro vital o presentando cortes intermitentes sectorizados en toda el área de influencia así afectando a la población futura.

**Pregunta de Investigación.**

¿Qué propuestas se pueden plantear para aumentar la capacidad y a su vez abastecimiento de la planta de agua potable en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté?

## OBJETIVOS

### Objetivos General

Presentar propuestas mediante estudio técnico descriptivo con información secundaria de la **Hidrología, geotecnia, poblacional, estructural, hídrica y ambiental**, que permita aumentar la capacidad de tratamiento de agua potable en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté para abastecer las proyecciones acordes a los modelos actuales para su cuantificación.

### Propuesta de cambio de objetivo:

**Determinar la demanda de agua potable en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté mediante estudio técnico descriptivo con información secundaria de la población y su respectiva proyección acorde a los modelos actuales para su cuantificación.**

### Objetivos específicos

- Determinar la **dotación Neta Actual y Futura** en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté acorde a lo establecido en el artículo 43 de la resolución 330 de 2017.
- Calcular el **Índice de Agua No Contabilizada (IANC)** Actual y Futura según los lineamientos de la resolución 330 de 2017.
- Generar una **proyección de demandas de agua tratada residencial y otros usuarios** para el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté hasta el año 2040.
- Plantear opciones de mejora para el abastecimiento de agua tratada en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté

## JUSTIFICACIÓN

A partir del análisis de esta investigación se busca una actualización del Plan Maestro de Acueducto para el Municipio de Ubaté con el fin de asegurar el suministro de agua futura a la población, para lo cual, se evidencia que es pertinente realizar un diagnóstico del estado actual del suministro de agua tratada, estimar las posibles necesidades de abastecimiento acorde a lo establecido en la normatividad colombiana, validar los planes de acción con los que cuenta el municipio y los que se puedan apropiar para prevenir el agotamiento del recurso e implementar medidas de cuidado del recurso concientizando a los habitantes sobre el buen uso y las buenas prácticas del consumo del recurso con el que se cuenta actualmente.

El planteamiento de dicha investigación es de gran importancia para poder brindar seguridad en los datos de proyecciones tanto de población del municipio como del recurso con el que contarán en años futuros, generar un seguimiento y control de las fuentes hídricas, captaciones y tratamientos realizados al agua de consumo y evaluar de los posibles impactos ambientales y sociales que traería al municipio un desabastecimiento del recurso vital.

Con este enfoque encontramos una correlación directa de manera efectiva y eficiente entre la elaboración de una propuesta a partir de un estudio técnico para la actualización del Plan Maestro de Acueducto y la gerencia de proyectos, permitiendo un enfoque en la planificación detallada, organización y ejecución de actividades específicas logrando el objetivo deseado, lo que implica para nuestra investigación identificar los recursos necesarios, establecer un cronograma, definir responsabilidades y establecer metas claras. Así mismo, se requiere de la identificación y gestión de los Stakeholders quienes para la actualización del Plan Maestro de

Acueducto tendrían intervención desde las diferentes partes interesadas, como funcionarios del municipio, funcionarios de la entidad reguladora del suministro, entes encargados de destinar los recursos para la investigación, expertos en agua, comunidades locales, entre otros. Desde la gerencia de proyectos se cuenta con las habilidades para identificar a estos stakeholders, comprender sus necesidades y expectativas, y gestionar sus contribuciones de manera efectiva. De igual manera, se requiere para el desarrollo de la investigación un control y seguimiento del avance de las actividades, determinar el presupuesto y recursos con los que se cuenta, contar con comunicación efectiva, clara y asertiva entre los miembros del equipo y las partes interesadas, y dar cumplimiento de las regulaciones y normativas vigentes a las que está sujeto el desarrollo de la actualización de un Plan Maestro de Acueducto.

El valor teórico de la investigación puede tener un impacto positivo en la gestión para las proyecciones futuras del suministro del recurso basado en la relación directa del incremento de población. La propuesta para Aumentar el Abastecimiento de Agua Tratada en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté puede implicar en la mejora de la distribución equitativa y eficaz del agua potable en la comunidad, lo que beneficia directamente a las empresas prestadoras del servicio con la reducción de perdidas agua teniendo un impacto económico.

Adicional con la investigación y análisis de datos se pretende brindar ayuda a las entidades prestadoras del servicio y entidad primaria del municipio en cuanto a proyecciones y posible asesoría en cuanto a los tiempos proyectados para una actualización del Plan Maestro de Acueducto en el municipio.

## MARCO TEÓRICO

La investigación tendrá lugar en el Municipio Villa de San Diego de Ubaté en el departamento de Cundinamarca, ubicado a 95 km al nororiente de Bogotá, con una altura de 2550 metros sobre el nivel del mar, maneja una temperatura de 15°C aproximadamente, su extensión municipal es de 106,00 km.

El Municipio Villa de San Diego de Ubaté, limita de la siguiente manera (Ver Tabla 4):

**Tabla 4.** *Municipios Aledaños*

Departamento	Municipio
Boyacá	Coper
	Buenavista
	Chiquinquirá
	San de Miguel de Sema
	Ráquira
	Cogua
Cundinamarca	Nemocón
	San Cayetano
	Villa Pinzón
	Suesca

**Nota:** Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia

El municipio está conformado por 9 veredas, las cuales son Soagà, Apartadero, Guantancuy Centro del Llano, Palo Gordo, Sucunchoque, Pantera, Tausavita y Volcán, además por 6 centros poblados o nucleados y por último el centro urbano.

El municipio presenta la siguiente configuración de vías de comunicación (Ver Tabla 5):

**Tabla 5.** Contexto Región - Nación (comunicación vial)

Descripción
Proyección vial de la concesión Zipaquirá-Santa Marta Autopista Bogotá-Tunja

**Nota:** Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia

Es pertinente aclarar que la continuidad vial es aceptable en los sectores más antiguos, adicional su estructura urbana permite un fácil acceso a los diferentes sectores, no obstante, en algunas vías se evidencia una discontinuidad la cual no presenta mayor dificultad de movilidad.

A partir del análisis se ve la necesidad de la actualización del plan maestro de acueducto siendo este un documento estratégico que establece las pautas y directrices para el desarrollo, expansión, operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable y de recolección y tratamiento de aguas residuales de una determinada comunidad.

El objetivo principal de un plan maestro de acueducto es garantizar el suministro potable y eficiente de agua potable. Para lograrlo, un plan maestro se apoya en un análisis detallado de la situación actual, proyecciones futuras y evaluaciones de factibilidad técnica y financiera.

En la etapa de diagnóstico y análisis de la situación actual se lleva a cabo una evaluación exhaustiva de la situación actual de los sistemas de abastecimiento de agua potable y de recolección en la zona de estudio. Esta fase es esencial para comprender la realidad existente y establecer una base sólida para la toma de decisiones en fases posteriores del plan. Los principales pasos y actividades que se realizan en esta etapa son los siguientes:

- **Recopilación de datos:** se recopila información relevante sobre la población, la demanda de agua, la infraestructura existente, los recursos hídricos disponibles, las fuentes de abastecimiento, las redes de distribución, entre otros aspectos. Para la recopilación de esta información se pueden utilizar datos de entidades gubernamentales, informes técnicos, estudios previos, entre otros.
- **Análisis Demográfico:** se estudia la población actual y se proyecta su crecimiento futuro. Esto es crucial para determinar las necesidades de suministro de agua y saneamiento a corto, mediano y largo plazo.
- **Evaluación de la Infraestructura Existente:** se analiza el estado y la capacidad de la infraestructura actual del acueducto, incluyendo las plantas de tratamiento, las redes de distribución y de recolección, así como los sistemas de bombeo.
- **Calidad del agua:** se llevan a cabo análisis de la calidad del agua en términos de parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Esto incluye la evaluación de la potabilidad del agua y la identificación de posibles fuentes de contaminación.
- **Evaluación de la Demanda:** se calcula la demanda actual de agua potable y se analizan los patrones de consumo en diferentes sectores (residencial, industrial, comercial, entre otros). También se considera la variabilidad estacional y diaria en la demanda.
- **Fuentes de abastecimiento:** se identifican y evalúan las fuentes de agua disponibles, como ríos, embalses, pozos, entre otros. Se analiza la disponibilidad y sostenibilidad de estas fuentes.
- **Normativas y regulaciones:** se revisa y analiza el marco normativo y legal que regula los sistemas de agua y saneamiento en la zona de estudio. Esto incluye regulaciones sobre calidad del agua, concesiones, permisos ambientales, entre otros.

- **Análisis de Vulnerabilidades y Riesgos:** se identifican posibles vulnerabilidades frente a eventos como sequías, inundaciones, contaminaciones, entre otros, y se evalúa cómo pueden afectar la operación y el suministro de aguas.
- **Participación comunitaria:** se busca la participación de la comunidad y de otras partes interesadas para recopilar información adicional y para comprender las necesidades y preocupaciones locales.

El resultado de esta etapa es un diagnóstico detallado y preciso de la situación actual de los sistemas de agua, lo cual servirá como base para la formulación de las propuestas y estrategias en las fases siguientes del plan maestro.

Los requerimientos para presentar una propuesta de actualización del sistema de abastecimiento de agua potable o Plan Maestro de Acueducto es el siguiente:

- **Estudio hidrológico de la fuente de captación** con el fin de identificar la disponibilidad del recurso hídrico para las demandas estimadas del municipio de Ubaté.
- **Estudio de calidad del agua y tratabilidad**, lo cual consiste en verificar como está llegando el líquido a la planta de tratamiento y como sale a los usuarios.
- **Identificación predial** (incluye fichas prediales), ya que es necesario identificar servidumbres y predios que requieran permiso en el caso de ser privados.
- **Levantamiento topográfico del área afectada** para actualizar los tramos que se afectaran
- **Estudio de prospección geotécnica** ya que es importante conocer la estabilidad del suelo, para los trazos de la red hidráulica.
- **Estudio de alternativas de solución y factibilidad integral** que permita a la administración municipal evaluar de manera técnica y financiera su funcionamiento.

- Estudio estructural, con el fin de verificar si las estructuras existentes se pueden optimizar o en definitiva sea necesario cambiarlas.

Una de las necesidades a trabajar es la proyección de la demanda de agua determinando los diferentes niveles de consumo que están especificados en la Resolución 330 de 8 de junio de 2017. “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS CAPITULO 1 ASPECTOS GENERALES ARTICULO 47.

Caudales de diseño; realizando el respectivo cálculo de la demanda futura, de tal manera que, en la actualización que se plantee se logre el suministro de agua constante.

Otro de los parámetros a evaluar es el diagnóstico del sistema de acueducto actual que para el municipio de Ubaque está compuesto por 117 estructuras, 10 redes de conducción de agua y la red de distribución la cual tiene una longitud aproximada de 120 kilómetros, divididas en 11 sectores; las estructuras están localizadas en cuatro predios, el sistema de acueducto abarca el perímetro urbano, centros poblados y veredas.

## METODOLOGIA

La metodología de investigación está comprendida por tres partes: enfoque, alcance y diseño de investigación, lo cual permitirá dar respuesta a la pregunta de investigación formulada en el presente informe - ¿Qué propuestas se pueden plantear para aumentar la capacidad y a su vez abastecimiento de la planta de agua potable en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté?, en ese orden de ideas, la metodología a utilizar es la investigación secundaria es descriptivo con enfoque cuantitativo y exploratorio.

### **Enfoque**

El enfoque de la investigación del presente informe se orientará como descriptivo, conforme a la información secundaria con la que se cuenta en las diferentes fuentes bibliográficas, así como, las publicaciones realizadas por la empresa prestadora de servicio público EMSERVILLA y del departamento.

Para contextualizar, respecto a la investigación con información secundaria se establece que las “Fuentes secundarias. Consisten en compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas en un área de conocimiento en particular” (Hernández, Fernández, & Baptista, Metodología de la Investigación, 1991, pág. 27).

En ese sentido, se estima que conforme a la información presentada por EMSERVILLA, se determine la dotación futura de la población, la cual permitirá cuantificar la necesidad y que este alcance cumpla con lo establecido en el Artículo 43 de la resolución 330 de 2017 “La dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto”, tal y como se establece en la tabla 2 del presente informe.

Así mismo y obedeciendo a uno de los objetivos específicos, se realizará un análisis cualitativo y exploratorio que permita realizar los cálculos del agua que no logra ser tratada y por consiguiente no contabilizada ya sea por temas de limpieza en los filtros, por fallas en medidores o por fugas de la red de distribución hidráulica, tal y como se consigna en la Resolución 330 de 2017 Art260, "Pérdidas comerciales. Aquellas debidas a volúmenes consumidos no facturados, volúmenes no contabilizados por defectos en los micromedidores, consumos a través de conexiones clandestinas, etc.", quien es el que delimita los requerimientos de operación y abasteciendo.

Aunado a lo anterior, para establecer una posible proyección de la población futura y de demanda de agua se emplearán los métodos aritméticos, geométricos y exponencial que permita establecer una línea de crecimiento, tal y como lo realiza el DANE, de tal forma que el resultado y el analisis de la información secundaria permita plantear opciones de mejora al sistema de servicio de agua y la cobertura requerida por el municipio.

Para concluir la investigación aplica el enfoque cuantitativo, puesto que se requiere de la recopilación y análisis de información secundaria para la propuesta de aumentar el abastecimiento de agua tratada en el Municipio de Ubaté, esta información será recolectada de entidades de abastecimiento del suministro, datos de caudal de las fuentes de captación, datos de población y proyecciones de la misma, de igual manera se debe determinar fórmulas que permitan determinar la dotación neta, índices de agua no contabilizada y proyección de demandas de agua tratada residencial.

## **Alcance y Diseño**

El alcance de una investigación se refiere a la parte que explorará el estudio, (población, alcance y duración). El alcance también está definido por los límites que se establecen en cuanto a la temporalidad, el espacio y los participantes, permitiendo fijar los objetivos específicos que se desean alcanzar. Para la propuesta de aumentar el abastecimiento de agua tratada en el Municipio de Ubaté, se considera un alcance descriptivo y explicativo, a continuación, serán explicados cada uno de ellos.

### Alcance Descriptivo

El alcance descriptivo de una investigación tiene como objetivo principal describir un fenómeno, situación o grupo de personas de manera precisa y detallada. Busca recopilar información y datos específicos sobre las características, propiedades o variables que se quieren describir, para poder presentar un panorama completo y objetivo de la realidad estudiada.

### Alcance Explicativo

El alcance explicativo tiene como objetivo principal comprender las relaciones de causa y efecto entre variables. En esta investigación se busca identificar y explicar los factores que contribuyen a un fenómeno o problema en particular. Se busca establecer conexiones y explicar el por qué y cómo ocurren algunos eventos o fenómenos, a través de, la recopilación de datos y la aplicación de métodos analíticos.

Para el caso de la Propuesta para Aumentar el Abastecimiento de Agua Tratada en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté el alcance descriptivo establece un diagnóstico y análisis de datos y para el alcance explicativo se realiza un tratamiento de información para determinar parámetros y establecer conclusiones.

## Definición de Variables

La definición de las variables busca modificar lo que se pretende estudiar, es una particularidad que se va a medir en la investigación, teniendo como requisito que tenga un significado y como va a influir en la investigación, siendo medible y bajo las implicaciones que tenga la variable. Se debe medir la parte operacional y conceptual teniendo en cuenta el enfoque.

**Tabla 6. Variables**

Concepto	Enfoque Operacional	Dimensiones	Variable
Fuentes de información recolectada	Gubernamentales, Empresa prestadora de servicio EMSERVILLA	Nacionales, Comercial	Estimación de consumo de agua VS la demanda
Reporte de Crecimiento Poblacional	Investigación poblacional reportada por el DANE y el SISBEN de Ubaté	Departamental y Municipal	Escala de necesidades de agua potable conforme al crecimiento poblacional
Estudios de Planes Maestros pasados	Verificar cada cuanto se debe actualizar los Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado en Colombia, según la normatividad que rige el sector	Nacional	Responsabilidades gubernamentales y municipales
Analisis de datos	Facilitar posibles soluciones de demandas futuras según crecimiento y caudales	Investigación - Procesamiento de datos	Ruta de alternativas

**Nota.** Elaboración Propia

A lo cual, el diseño de la presente investigación es No experimental longitudinal ya que se recolectan datos a través del tiempo o periodos específicos que permitan realizar los cálculos de análisis de consumo y aumento poblacional para entregar posibles soluciones al aumento de demanda del consumo de agua del municipio de Ubaté.

## **Población y Muestras**

Conforme al alcance del presente informe de investigación, se establece que no se tiene población de objeto de estudio ya que la información que se analiza proviene de información secundaria suministrada por la empresa prestadora del servicio y por las entidades tales como el DANE, el SISBEN y la gobernación y demás que se consideren necesarias, con el fin de cumplir los objetivos antes mencionados.

## **Técnicas de Análisis de Datos**

En el presente trabajo se usarán fórmulas matemáticas para realizar el respectivo cálculo y cuantificación de la dotación Neta Actual y Futura en el municipio, índice de Agua No Contabilizada (IANC) Actual y Futura, proyección de demandas de agua tratada residencial y otros usuarios hasta el año 2040. Estos cálculos están alineados acorde a lo establecido en la resolución 330 de 2017 emitido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. A partir de estos cálculos matemáticos se procederá plantear opciones de mejora para el abastecimiento de agua tratada en el Municipio de la Villa de San Diego de Ubaté teniendo en cuenta las diferentes variables que aplican.

En primera instancia se realizará una determinación de la dotación máxima, la cual se obtiene al identificar la altura sobre el nivel del mar del municipio y correlación con información bibliográfica relacionada en la resolución 330 de 2017.

Se procede a identificar una población actual, basada en información del DANE, SISBEN, PBOT y Prestador de servicio actual (EMSERVILLA), lo cual conlleva a identificar los índices de ocupación por vivienda. Con el fin de cerrar desviaciones en la estimación se procede a

realizar el cálculo de la población flotante, la capacidad hotelera en Ubaté y Población Etnias, Afro Descendientes y Desplazados. Para el primer caso se usa un método estadístico para el cálculo de la población flotante. Para el segundo caso se toma información por parte de un tercero; asesoría y consultoría en temas de turismo para el municipio y por último para el tercer caso se obtiene de la información suministrada por la secretaria General y de Gobierno de víctimas de la alcaldía del municipio en la cual se establece la población indígena, afrodescendiente y víctimas del conflicto armado. Para generar una proyección de población se permite determinar por los métodos Aritmético, Geométrico, Exponencial y Wappaus.

Teniendo en cuenta el cálculo de población debe contemplar una proyección en zona urbana y rural (Centros poblados), se procede a realizar el cálculo, para esto se usa información generada en el POT 2003 del municipio de San Diego de Ubate como punto de partida.

Una vez se tiene esta proyección de población se procede a calcular la demanda neta actual, índice de Agua No Contabilizada (IANC) Actual y Futura, Dotación Bruta Actual y Futura, Proyección de demandas de agua, Proyección de demanda residencial, Proyección de otros usuarios, Demandas de agua contraincendios y Dotaciones y demandas del municipio.

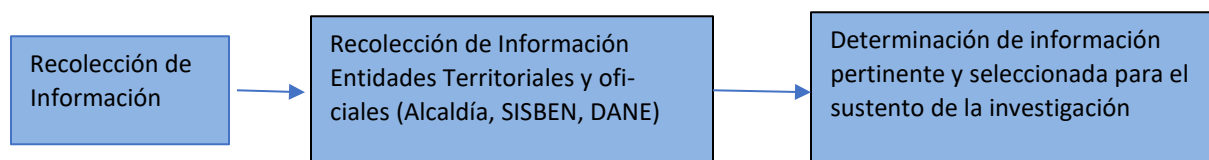
Generadas estas determinaciones se realiza un cálculo de los caudales de diseño de los componentes del sistema y curvas de demanda.

Ahora bien, al tener estas variables determinadas se genera una articulación entre los datos de caudales y población de la PTAR, para esto se contemplan unos parámetros establecidos desde el diseño de la misma.

## Análisis de Resultados

El proceso de análisis de información se describe en la figura 8. Dicho proceso busca generar fiabilidad en la sustentación de la información presentada.

**Figura 8** *Proceso de Análisis de la Información*



*Nota.* Elaboración Propia

## Información Censo DANE Ubaté

Conforme a los parámetros establecidos por la Resolución 330 del 8 de junio de 2017, se deberá establecer la estimación de población, para calcular los requerimientos futuros en el caso de realizar diseños de detalle para el tema de Planes Maestro de Acueducto y Alcantarillado en el territorio colombiano. Dando cumplimiento a lo mencionado, se procede a recolectar información demográficos del municipio de Ubaté, de los censos de población del DANE para la cabecera municipal de los años 1951,1964,1973, 1985, 1993, 2005 y 2018. En la Tabla 7, se presenta la información del DANE referente a los censos de diferentes años.

**Tabla 7.** *Censo DANE*

INFORMACIÓN DEL CENSO DEL DANE POBLACIONAL (Hab)			
AÑO	CABECERA	RURAL	TOTAL
1951	3837	6780	10617
1964	6261	8225	14486
1973	8146	6983	15129
1985	12661	9028	21689
1993	13080	17752	30832
2005	22042	14391	36433
2018	31042	11516	42558

Nota. DANE 2018

### Información Censo SISBEN Ubaté

De acuerdo con la investigación de levantamiento de información, la oficina del SISBEN del casco urbano del Municipio de Ubaté para el año 2022 y la Certificada del Sisbén del año 2011 al 2016, se presenta la siguiente tabla de población del municipio de estudio.

**Tabla 8.** *Censo Sisbén*

RESUMEN SISBEN													
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Prom	
2011											23434	23434	
2012	23964			27669			29054		29560		30333	28116	
2013	30692		30917		31148		31412		31684	31803	31862	31360	
2014	31961	32072	32333	32336	32458	32350	32343	31414	32556	32564	32819	32828	32336
2015	32802	32946	33078	33248	33362	33333	33346	33281	33292	33371	33515	33472	33254
2016	33503	33640	33828	33838	33842	33920	33890	33938	34033	34061			33849
2022							33500						33500

Nota. Base Certificada Sisbén 2011-2016 y Sisbén Ubaté agosto 1 de 2022

### Información EMSERVILLA

El siguiente análisis (Tabla 9) se presenta los usuarios por periodos bimestrales desde el año 2017 al 2021 basados en los datos suministrados por el Operador de Servicios Públicos del municipio el día 21 de julio de 2022, los usuarios del año 2022 se tomaron del catastro de usuarios realizados por esta consultoría y usuarios del acueducto Inter veredal donde el número de usuarios del Sistema de acueducto ha crecido de la siguiente manera:

**Tabla 9.** *Crecimiento de Usuarios – EMSERVILLA E.S.P. y Acueducto Interveredal*

USUARIOS CASCO URBANO, CENTROS POBLADOS Y RURALES QUE HACEN PARTE DEL ACUEDUCTO						
Año/ mes	Ene/ Feb	Mar/ Abr	May/ Junio	Jul/ Agos	Sep/ Oct	Nov/ Dic
2017	8785	8827	8865	8899	8946	8997
2018	9045	9085	9119	9161	9231	9264
2019	9391	9427	9500	9539	9602	9645

2020	9719	9734	9758	9806	9864	9877
2021	9913	9970	10007	10055	10123	10168
2022			10274			

**Nota.** Certificación de Usuarios EMSERVILLA SA ESP

## Proyección de Población.

De acuerdo con los datos de la población del Censo del DANE del levantamiento de información se realizó la proyección de la población hasta el año 2040 por los métodos aritmético, geométrico, exponencial y wappaus.

### Proyección Método Aritmético

Este método plantea un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para el cálculo es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} * (T_f - T_{uc})$$

numeración ecu

Donde;

Pf = Proyección final

Tf = Tiempo en años final

Puc = Población ultimo censo

Tuc = Tiempo en años ultimo censo

Pci = Población censo inicial

Tci = Tiempo en años censo inicial

### Proyección Método Geométrico

El cálculo de la proyección por este método es útil en poblaciones que cuentan con una importante actividad económica, que tienen un alto desarrollo y que poseen grandes áreas de expansión. La ecuación que se emplea es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{(T_f - T_{uc})}$$

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{(T_{uc} - T_{ci})}} - 1$$

Donde:

Pf = Proyección final

Tf = Tiempo en años final

Puc = Población último censo

Tuc = Tiempo en años último censo

Pci = Población censo inicial

Tci = Tiempo en años censo inicial

r = Tasa de crecimiento anual

### Proyección Método Exponencial

Este método es sugerido para proyecciones en poblaciones que tengan un apreciable desarrollo y que posean con abundantes áreas de expansión, ya que para la utilización se requiere de conocer como mínimo tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. La ecuación empleada para este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} * e^{k * (T_f - T_{ci})}$$

$$k = \frac{\ln(P_{cp}) - \ln(P_{ca})}{(T_{cp} - T_{ca})}$$

Donde:

Pf = Proyección final

Tf = Tiempo en años final

Pci = Población censo inicial

Tci = Tiempo en años censo inicial

Pcp = Pob censo posterior

Pca = Pob censo anterior

Tcp = Año censo posterior

Tca = Año censo anterior

K = Tasa de crecimiento anual

## Proyección Método Wappaus

Este método de proyección es empleado generalmente para poblaciones pequeñas. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$i = (Tf - Tci) < 200$$

$$Pf = Pci * \frac{(200 + i * (Tf - Tci))}{(200 - i * (Tf - Tci))}$$

$$i = \frac{200 * (Puc - Pci)}{(Tuc - Tci) * (Puc + Pci)}$$

Donde:

Pf = Proyección final

Tf = Tiempo en años final

Puc = Población último censo

Tuc = Tiempo en años último censo

Pci = Población censo inicial

Tci = Tiempo en años censo inicial

Para el desarrollo del proyecto de investigación se realizó la proyección de la población para el área urbana y rural del municipio por el método geométrico, donde se obtuvo la siguiente información:

**Tabla 9.** *Proyección población método geométrico*

PROYECCIÓN POBLACIÓN MÉTODO GEOMÉTRICO	
2022	47055
2023	48264
2024	49509
2025	50791
2026	52112
2027	53472
2028	54873
2029	56316
2030	57803
2031	59334
2032	60912
2033	62537
2034	64211

2035	65936
2036	67712
2037	69543
2038	71429
2039	73373
2040	75376

*Nota.* Elaboración propia

Es así como se obtiene la población proyectada actual y futura para el año 2040 del municipio de la Villa De San Diego de Ubaté, discriminando en las siguientes tablas la población proyectada para la cabecera municipal y para el área rural.

**Tabla 10.** Proyección población cabecera método geométrico

PROYECCIÓN POBLACIONAL MÉTODO GEOMÉTRICO								
AÑO	POBLACIÓN CABECERA	Tuc	Tci	Puc	Pci	Tf	r	Pf
1951	3837	2018	1951	31042	3837	2040	0,032	61672
1964	6261	2005	1951	22042	3837	2040	0,033	68448
1973	8146	1993	1951	13080	3837	2040	0,030	51598
1985	12661	1985	1951	12661	3837	2040	0,036	87333
1993	13080	1973	1951	8146	3837	2040	0,035	80661
2005	22042	1964	1951	6261	3837	2040	0,038	109607
2018	31042						<b>Prom</b>	76553
2040							<b>r</b>	0,03
							<b>Pf</b>	<b>61672</b>
							<b>Sensib</b>	-14882

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 11.** Proyección población rural método geométrico

PROYECCIÓN POBLACIONAL MÉTODO GEOMÉTRICO								
AÑO	POBLACIÓN RURAL	Tuc	Tci	Puc	Pci	Tf	r	Pf
1951	6780	2018	1951	11516	3837	2040	0,017	16521
1964	8225	2005	1951	14391	3837	2040	0,025	33899
1973	6983	1993	1951	17752	3837	2040	0,037	98560

1985	9028	1985	1951	9028	3837	2040	0,025	36034
1993	17752	1973	1951	6983	3837	2040	0,028	43253
2005	14391	1964	1951	8225	3837	2040	0,060	709668
2018	11516						<b>Prom</b>	156322
2040							<b>r</b>	0,01
							<b>Pf</b>	<b>13704</b>
							<b>Sensib</b>	-142618

*Nota.* Elaboración propia

## Proyección de Población.

Acorde a los cálculos realizados el método que más aplica para esta proyección es el Geométrico (Valor  $R=0.03$ ), teniendo en cuenta el crecimiento de la población será geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de esta.

## Población Residencial

Con el fin de tener un valor de partida trascendental se usará una Tasa de Crecimiento Cabecera DANE de 3,39%. Acorde a la información relacionada párrafo atrás y el censo generado en el catastro de usuarios residenciales georreferenciados 9057 y el promedio de índice de ocupación 3.9883 la Población para el año 2022 será de 36.122 habitantes y el porcentaje de población flotante (12.36%) se calculó la siguiente población.

**Tabla 9. Proyección poblacional Residencial**

PROYECCIÓN DE DEMANDA			
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACION	P+PF 12,36%
2022	3,39%	36122	40587
2023	3,39%	37346	41962
2024	3,39%	38610	43383
2025	3,39%	39917	44851
2026	3,39%	41269	46370
2027	3,39%	42666	47940
2028	3,39%	44111	49564
2029	3,39%	45605	51242
2030	3,39%	47149	52977
2031	3,39%	48746	54771
2032	3,39%	50396	56625
2033	3,39%	52102	58542
2034	3,39%	53867	60525

PROYECCIÓN DE DEMANDA			
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACION	P+PF 12,36%
2035	3,39%	55691	62575
2036	3,39%	57576	64693
2037	3,39%	59526	66884
2038	3,39%	61542	69149
2039	3,39%	63625	71490
2040	3,39%	65780	73911

**Nota.** Elaboración Propia

**Población otro usuarios acueducto (oficial, oficial gran productor, comercial, comercial gran productor, industrial, industrial gran productor)**

Para nuestro cálculo de población, el método más recomendado para poblaciones que representan una actividad importante es el Geométrico.

En el método de proyección geométrico, el crecimiento de la población será geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de esta.

Por lo anterior esta consultoría utilizará la Tasa de Crecimiento para otros usuarios de 2.64%.

Con la información anterior y el censo realizado en el catastro de otros usuarios georreferenciados 1217 y el promedio de índice de ocupación 3.9883 la Población para otros usuarios para el año 2022 será de 4854 habitantes y el porcentaje de población flotante (12.36%) se calculó la siguiente población.

**Tabla 10. Proyección población OTROS USUARIOS**

PROYECCIÓN DE DEMANDA			
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACION	P+PF 12,36%
2022	2,64%	4854	5454
2023	2,64%	4982	5598
2024	2,64%	5113	5745

PROYECCIÓN DE DEMANDA			
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACION	P+PF 12,36%
2025	2,64%	5248	5897
2026	2,64%	5387	6053
2027	2,64%	5529	6212
2028	2,64%	5675	6376
2029	2,64%	5825	6545
2030	2,64%	5979	6718
2031	2,64%	6136	6895
2032	2,64%	6298	7077
2033	2,64%	6465	7264
2034	2,64%	6635	7455
2035	2,64%	6810	7652
2036	2,64%	6990	7854
2037	2,64%	7175	8061
2038	2,64%	7364	8274
2039	2,64%	7558	8493
2040	2,64%	7758	8717

**Nota.** Elaboración Propia

### **Población Alcantarillado**

Para nuestro cálculo de población, el método más recomendado para poblaciones que representan una actividad importante es el Geométrico.

En el método de proyección geométrico, el crecimiento de la población será geométrico si el aumento de la población es proporcional al tamaño de esta.

Por lo anterior esta consultoría utilizará la Tasa de Crecimiento Cabecera DANE 3,39% para población acueducto residencial.

Con la información anterior y el censo realizado en el catastro de usuarios alcantarillado-geo-referenciados 9057 y el promedio de índice de ocupación 3.9883 la Población para el año 2022

será de habitantes y el porcentaje de población flotante (12.36%) se calculó la siguiente población.

**Tabla 11. Proyección población alcantarillado**

PROYECCIÓN DE DEMANDA			
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACION	P+PF 12,36%
2022	3,39%	37650	42304
2023	3,39%	38925	43736
2024	3,39%	40243	45217
2025	3,39%	41605	46748
2026	3,39%	43014	48331
2027	3,39%	44471	49967
2028	3,39%	45977	51659
2029	3,39%	47533	53408
2030	3,39%	49143	55217
2031	3,39%	50817	57087
2032	3,39%	52527	59020
2033	3,39%	54306	61018
2034	3,39%	56145	63084
2035	3,39%	5846	65220
2036	3,39%	60011	67429
2037	3,39%	62043	69712
2038	3,39%	64144	72071
2039	3,39%	66316	74513
2040	3,39%	68561	77036

**Nota.** Elaboración Propia

## **Evaluación Socioeconómica.**

Acorde a lo estipulado a la Resolución 330 de 8 de Junio de 2017 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS”, se procede a establecer la capacidad económica de los usuarios, se analiza la información sobre la distribución

de estratos de los habitantes de cabecera, centros poblados y rural de Ubatè con los datos del consumo que están catalogados en estratos 1, 2, 3 y 4 que es una herramienta que facilita el diagnóstico socioeconómico, arrojando como resultado que la mayoría de la población se encuentra inscrita en 2 y 3, por lo cual se concluye que la capacidad económica de los usuarios es MEDIA.

## **Periodo de Diseño.**

Teniendo en cuenta la Resolución 330 de 8 de junio de 2017. “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS., CAPITULO 1 ASPECTOS GENERALES ARTICULO 40. Periodo de diseño. Para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta un periodo de diseño de 25 años.

## **Discusiones de los Resultados**

orden de cada uno de los objetivos

incertidumbre de la información recolectada, datos del DANE y del municipio

## **CONCLUSIONES**

## LISTA DE REFERENCIAS

Acuerdo 017 (2003, 11 de diciembre). Por medio del cual se ajusta el Plan de Ordenamiento Territorial y se ajusta como Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Ubaté.

<https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/22963/27281-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Acuerdo 5 (2020, 8 de junio). Plan de Desarrollo Municipal de Villa de San Diego de Ubaté, 2020 – 2023“ ”Una Nueva Ubaté”.

<https://drive.google.com/file/d/1Uc4aA0ZuVEwzXljDUuhVppHfUBkg9rj1/view?pli=1>

Bedoya-Ríos, D. F., & Borrero, J. a. L. (2018). Occurrence of endocrine disruptor chemicals in the urban water cycle of Colombia. In InTech eBooks.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.78325>

Cárdenas-Hernández, Y. (2021). Energía solar en la operación del acueducto municipal de González, departamento del Cesar. Universidad Santo Tomás.

Constitución Política de la Republica de Colombia No. 116 (1991, 20 de julio). Esta versión corresponde a la segunda edición corregida de la Constitución Política de Colombia, publicada en la Gaceta Constitucional No. 116 de 20 de julio de 1991. de la Finalidad

social del Estado y de los Servicios Públicos Cap. 5. Art 365 y 366.

[http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion\\_politica\\_1991.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html)

Decreto 1082 (2015, 26 de mayo). Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector Administrativo de Planeación Nacional.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77653>

Decreto 1729 (2002, 6 de agosto). Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=5534>

Decreto 1425 (2019, 6 de agosto). Por el cual se subroga el capítulo 1, del título 3, de la parte 3, del libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, con relación a los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=98950>

Delegación Territorial del Departamento de Sanidad y Seguridad Social de Lleida. bF. (2003, March). Brote de gastroenteritis por agua potable de suministro público. Scielo. Retrieved October 7, 2023, from <https://scielo.isciii.es/pdf/gsv/v17n3/original4.pdf>

Empresa de Servicios Públicos del Municipio Villa de San Diego de Ubaté EMSERVILLA S.A. E.S.P. (2022). Informe de Gestión. <https://emservilla.gov.co/wp-content/uploads/1-Informe-de-Gestion-2022.pdf>

Fernández, O. M. (n.d.). Percepción social del servicio de agua potable en el municipio de Xalapa, Veracruz. <https://www.redalyc.org/journal/4874/487457530003/html/>

Generator, M. (n.d.). Vista de Demanda de agua urbana: acueducto Metropolitano de Mérida. Algunas reflexiones sobre el valor de la demanda.

<https://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/view/579/487>

GERMAN DARIO ISAZA CARDOZO. (2014). El derecho al agua y el mínimo vital en el marco del Servicio Público domiciliario de Acueducto en Colombia. Universidad Del Rosario. Recuperado Octubre 10, 2023.

<https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/873bfd9a-edd3-43c7-9779-3e5ccec837b6/content>

Gómez, L. (2006, septiembre). Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Ubaté y Suarez Índices de escasez Hídrica – Demanda.

<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac693ff7f486.pdf>

<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac692fb56934.pdf>

Hoyos, E., & Arzate, E. U. (2016). El Derecho Humano al agua. una cuestión de interpretación o de reconocimiento. *Cuestiones Constitucionales*, 34, 3–25.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmdc.2016.07.001>

Informe de la fase de Diagnostico Contrato de Consultoría No. 800 (2005). Elaboración de Los Estudios de Diagnostico Prospectiva y Formulación para la Cuenca Hidrográfica de Los Ríos Ubaté y Suárez (Departamento de Cundinamarca).  
<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac693ff7f486.pdf>

La modelación hidrodinámica para la gestión hídrica del embalse del Guájaro, Colombia. (n.d.).  
<https://cyberleninka.org/article/n/874977/viewer>

Ley 136 (1994, 02 de junio). Por la cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios. *Diario Oficial* n.º 41.377 del 2 de Junio de 1994.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=329>

Ley 80 (1993, 28 de octubre). Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. *Diario Oficial* n.º 41.094, 28 de octubre de 1993.  
[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0080\\_1993.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0080_1993.html)

Ley 142 (1994, 11 de julio). Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* n.º 41.433, 11 de julio de 1994.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>

Ley 180 (2008, 24 de enero). Por el cual se reglamenta el artículo 97 de la Ley 489 de 1998. El ministro del Interior y de Justicia de La República de Colombia, delegatario de las funciones Presidenciales, en virtud del Decreto 012 del 4 de enero de 2008 modificado por el Decreto 121 del 18 de enero de 2008, en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, en especial las conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, el artículo 29 del Decreto 2400 de 1968 y el artículo 97 de la Ley 489 de 1990. *Diario Oficial* n.º 46.881, 24 de enero de 2008.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=28506>

Ley 400 (1997, 19 de agosto). Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. *Diario Oficial* N.º 43.113, 25 de agosto de 1997.  
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=336>

Ley 141 (1994). Por la cual se crean el Fondo Nacional de Regalías, la Comisión Nacional de Regalías, se regula el derecho del Estado a percibir regalías por la explotación de recursos naturales no renovables, se establecen las reglas para su liquidación y distribución y se dictan otras disposiciones.  
[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/Informacionhistorica/Ley\\_141\\_1994.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/Informacionhistorica/Ley_141_1994.pdf)

Ley 715 (2001, 21 de diciembre). Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros.

[https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86098\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86098_archivo_pdf.pdf)

Loureda, M. V. Z. (2013). El Acueducto de Albear, obra maestra de la ingeniería cubana. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376834400008>

Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa. (2012). In Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

[Metodologia suscept FRM\\_oficial\\_final \(ideam.gov.co\)](http://www.ideam.gov.co/Methodologia_suscept_FRM_oficial_final)

Ministerio del Medio Ambiente (2010). Política Nacional de agua reglamento técnico de agua cifra concreta y posee problemas de calidad. Recuperado el 25 de agosto de 2019, de:

NSR-10 (2010, enero). Reglamento Colombiano de Construcción SISMO Resistente.

<https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>

Paz Salinas, M.F. (2017). Luchas en defensas del territorio. Reflexiones desde los conflictos socio ambientales en México. Acta Sociológica, (73), 197-219.

<https://doi.org/10.1016/j.acso.2017.08.007>

Pérez, M. L. B. (2020, September 21). Estimación del Potencial de Calentamiento Global en un Sistema de Potabilización de un Acueducto Municipal en Colombia. Barrera Pérez | BISTUA REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS.

[https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/4170/2506](https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/BISTUA/article/view/4170/2506)

Resolución 0661 (2019, 23 de septiembre). Por la cual se establecen los requisitos de presentación y viabilización de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico que soliciten apoyo financiero de la Nación, así como de aquellos que han sido priorizados en el marco de los Planes Departamentales de Agua y de los Programas que implementa el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, a través del Vicepresidente de Agua y Saneamiento Básico, se deroga la resolución 1063 de 2016 y se dictan otras disposiciones. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/resolucion-mvct-0661-de-2019-y-guia-viabilizacion-de-proyectos-apsb-1.pdf>

Resolución 0864 (2005, 8 de septiembre). Por la cual se declara en Ordenación la Cuenca hidrográfica del Rio Ubate – Suarez.

<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac6931254ecd.pdf>

Resolución DRUB 14227000040 (2022, 28 de marzo). Por medio de la cual se otorga una concesión de aguas superficiales y se toman otras determinaciones.  
<https://www.car.gov.co/uploads/files/62bc9cb1f08cb.pdf>

Resolución 330 (2014, 22 de julio). Por medio de la cual se definen las especificaciones para el reporte de la información del Registro Único Nacional del Talento Humano en Salud (RETHUS).  
<https://www.colfi.co/wp-content/uploads/2018/08/Resolucion-3030-de-2014.pdf>

Resolución 1003 (2015, 28 de octubre). Por lo cual se actualiza las tarifas de los Servicios Públicos de Acueducto y Alcantarillado a partir del mes de Diciembre de 2015.  
[http://www1.eaaay.gov.co/tarifaseaaay/RESOLUCION\\_TARIFAS\\_DIC2015.pdf](http://www1.eaaay.gov.co/tarifaseaaay/RESOLUCION_TARIFAS_DIC2015.pdf)

(ScienceDirect.com | Science, Health and Medical Journals, Full Text Articles and Books., n.d.).  
[Agua subterránea y soberanía interdependiente: el caso de los Sistemas Acuiferos Transfronterizos en la región binacional de Paso del Norte \(sciencedirectassets.com\)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389415000000)

(ScienceDirect.com | Science, Health and Medical Journals, Full Text Articles and Books., n.d.- b).  
[Cloración del agua potable en España y cáncer de vejiga \(sciencedirectassets.com\)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389415000000)

Unión Temporal Audición Ambiotec (2006, 23 de julio). Cuenca bajo Ubaté - Fúquene 2401-06.  
<https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac6946c6e982.pdf>

Vista de ACUEDUCTOS COMUNITARIOS, PUNTO DE PARTIDA PARA OPTIMIZAR EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE. Revista de Ingeniería. (n.d.).  
<https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/rdi/article/view/7495/7901>

Water Framework Directive. (n.d.). Environment.  
[https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en)