

**ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE EL DAÑO CAUSADO AL
RECURSO HÍDRICO Y EL INCREMENTO EN EL ÁREA CONSTRUIDA DE
VIVIENDA NO PLANIFICADA, LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR, BOGOTÁ, D.C.,
CUENCA MEDIA RÍO TUNJUELO**

Yonny Silva Baracaldo

Universidad Santo Tomás

Facultad De Ciencias y Tecnologías

Especialización En Ordenamiento y Gestión Integral De Cuencas Hidrográficas

Bogotá D. C., Julio - 2020

**ANÁLISIS DE LA CORRELACIÓN ENTRE EL DAÑO CAUSADO AL
RECURSO HÍDRICO Y EL INCREMENTO EN EL ÁREA CONSTRUIDA DE
VIVIENDA NO PLANIFICADA, LOCALIDAD CIUDAD BOLÍVAR, BOGOTÁ, D.C.,
CUENCA MEDIA RÍO TUNJUELO**

Yonny Silva Baracaldo

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

Director:

Profesor Hugo Ladino Vargas

M. Sc. En Geografía

Universidad Santo Tomás

Facultad De Ciencias y Tecnologías

Especialización En Ordenamiento y Gestión Integral De Cuencas Hidrográficas

Bogotá D. C., Julio – 2020

Notas de Aceptación

Presidenta del Jurado

Jurada 1

Jurada 2

Bogotá, D.C. julio de 2020

Tabla de contenido

1.	Introducción.....	1
2.	Justificación.....	2
3.	Formulación del Problema	3
3.1.	Planteamiento del problema.....	3
3.2.	Delimitación del problema.....	4
3.3.	Descripción del problema	5
3.4.	Preguntas directrices del problema	5
4.	Objetivos	5
4.1.	Objetivo General	5
4.2.	Objetivos específicos	6
5.	Metodología.....	6
5.1.	Enfoque Investigativo	6
5.2.	Marco Legal	7
5.3.	Marco Teórico.....	9
5.3.1.	Antecedentes.....	9
5.3.2.	Consumo de Agua.....	11
5.3.3.	Cuenca Río Tunjuelo	13
5.3.4.	Ciudad Bolívar.....	15
5.3.5.	Condiciones sociales y económicas en Ciudad Bolívar	18

5.4.	Fases de trabajo	19
5.4.1.	Fase 1. Identificación física y cartográfica del área de estudio	19
5.4.2.	Fase 2. Acceso a datos oficiales	20
5.4.3.	Fase 3. Correlación de variables	22
6.	Resultados	23
6.1.	Identificación física y cartográfica del área de estudio.....	23
6.1.1.	Descripción física a partir de terreno.....	23
6.1.2.	Espacialización construcciones residenciales.....	27
6.1.3.	Cobertura de servicios públicos domiciliarios.....	31
6.2.	Acceso a datos Oficiales	33
6.2.1.	Datos de Población	33
6.2.2.	Datos prediales.....	34
6.2.3.	Datos indicadores de impacto hídrico.....	37
6.3.	Correlación de variables.....	40
6.3.1.	Crecimiento poblacional en la Localidad periodo 2012-2018.....	42
6.3.2.	Incremento área construida destinada a vivienda en la localidad.....	43
7.	Conclusiones	44
8.	Recomendaciones	45
	Bibliografía.....	46

Lista de figuras

Figura 1 Delimitación Cuenca Río Tunjuelo. Construcción propia con base de información IDECA e imágenes Google Earth.	14
Figura 2 Ubicación geográfica Localidad Ciudad Bolívar en Bogotá, D.C., Construcción propia con base de información IDECA.	16
Figura 3 Conformación predial de la Localidad, <i>construcción propia a partir de datos abiertos IDECA</i>	27
Figura 4 Localización construcciones dentro de la Localidad, construcción propia a partir de datos abiertos IDECA.	28
Figura 5 Zona de Comparación año 2012 Figura 6 Zona de Comparación año 2014, Fuente Google Earth Pro	29
Figura 7 Zona de Comparación año 2016 Figura 8 Zona de Comparación año 2018, Fuente Google Earth Pro	30
Figura 9 Red de Alcantarillado instalado zona norte, Fuente: mapasbogota.gov.co	31
Figura 10 Red de Alcantarillado instalado zona sur, Fuente: mapasbogota.gov.co	32
Figura 11 Predios según destino económico, Fuente construcción propia a partir de la Tabla 5.....	35
Figura 12 Comportamiento IRCA para Bogotá 2012 a 2018, Fuente Observatorio Ambiental de Bogotá.....	38
Figura 13 Cobertura residencial de acueducto Ciudad Bolívar 2012 a 2018, Fuente Observatorio Ambiental de Bogotá.....	39
Figura 14 Salida regresión lineal, desarrollo propio	41

Figura 15 Gráfica de población en la Localidad, Fuente: Desarrollo propio a partir de los datos de la Tabla 4.....	42
--	----

Figura 16 Incremento de área construida en la localidad periodo 2012-2018, Fuente: Desarrollo propio a partir de los datos de la Tabla 7.....	43
---	----

Lista de tablas

Tabla 1.....	7
Tabla 2.....	12
Tabla 3.....	17
Tabla 4.....	33
Tabla 5.....	34
Tabla 6.....	36
Tabla 7.....	37
Tabla 8.....	37
Tabla 9.....	39

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Zona con dotación urbanística básica completa, Imágenes propias.	23
Ilustración 2 Zonas con dotación parcial, Imágenes propias.....	24
Ilustración 3 Sectores con deficientes condiciones urbanísticas, Imágenes propias.	25
Ilustración 4 Vista general de un sector en la Localidad, Imagen propia.....	26
Ilustración 5 Proximidad a quebradas, Imágenes propias.	26
Ilustración 6 Red de Alcantarillado instalado vista de campo, Fotos propias.....	32

Agradecimientos

Al grupo docente de la especialización en ordenamiento y gestión integral de cuencas hidrográficas, por su compromiso y aportes. Constructores de profesionales con calidad para una Colombia en crecimiento académico y científico.

Glosario

Carga de sólidos: Indicador de calidad del agua que refiere la presencia de material suspendido, el cual afecta el ingreso de luz y la producción de oxígeno.

Consumo per cápita de agua: Se refiere al consumo total del recurso agua, dividido en el número de individuos o habitantes, enmarcado en un periodo de tiempo.

Cuenca Hidrográfica: Área geográfica, de la que sus aguas superficiales y subterráneas vierten y confluyen a un curso de agua mayor.

Desarrollo urbano: Se entiende como el conjunto de políticas, desarrollos y procesos que llevan a que un espacio geográfico sea provisto de los elementos esenciales necesarios para el desarrollo de la sociedad en las ciudades.

Destino económico predial: Se refiere al uso económico dado a las unidades inmobiliarias, dentro de los que se encuentran: vivienda, comercio, industria, inmuebles de protección ecológica e inmuebles dotacionales.

IRCA: índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano, según el artículo 13 de la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Ambiente, El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la presente Resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.

Localidad: División geográfica y administrativa del Distrito Capital de Bogotá, procura homogeneidad geográfica, económica, cultural y social

Plan de Ordenamiento Territorial: Instrumento fundamentado en la Ley 388 de 1997, con el fin de que las Entidades Territoriales planifiquen el correcto desarrollo social, económico y político de su área geográfica.

Regresión lineal: Modelo matemático que mide la relación de dependencia de una variable con una o muchas variables consideradas independientes.

Urbanismo: Para los propósitos de este trabajo, se refiere al conjunto de obras y equipamiento de servicios públicos domiciliarios y áreas públicas en un sector urbano.

Resumen

La demanda de suelo con fines de desarrollo y ampliación urbana converge en un incremento en la demanda de agua, así como en la generación de aguas servidas y residuos sólidos, los cuales, si no se tiene una adecuada programación urbanística, y desarrollo regulado del entorno social, repercuten en un progresivo y acelerado impacto del recurso hídrico. El presente trabajo pretende hacer un observatorio mediante variables institucionales y gremiales, que permitan analizar la incidencia que este fenómeno presenta, especialmente en un sector urbano tradicional de tipo popular de estrato bajo, que concentra población que demanda un espacio para vivir, pero con bajo a nulo nivel salarial.

En tal sentido se procedió a hacer inspecciones físicas, y análisis sobre datos oficiales de población, área construida, numero de predios e indicadores de calidad de agua, que permitieron concluir, que la deficiente dotación urbanística en los desarrollos no planificados, afecta el recurso hídrico, que las ratas de incremento de población y área de construcción no son equivalentes, pero las dos permanecen en aumento constante. Definitivamente si existe una correlación entre las variables de aumento de población y de área construida no planificada, con el impacto causado a la calidad del agua del Río Tunjuelo.

Summary

The demand for land for the purpose of development and urban expansion converges in an increase in the demand for water, as well as in the generation of wastewater and solid waste, which, if there is not adequate urban planning, and regulated development of the environment social, impact on a progressive and accelerated impact of water resources. The present work tries to make an observatory by means of institutional and union variables, that allow to analyze the incidence that this phenomenon presents, especially in a traditional urban sector of the popular

type of Low Stratum, which concentrates population that demands a space to live, but with low no salary level.

In this sense, physical inspections were carried out, and analysis was carried out on official data on the population, built area, number of properties and water quality indicators, which allowed us to conclude that the deficient urban provision in unplanned developments affects the water resource. , that the rates of population increase and construction area are not equivalent, but the two remain in constant increase. Definitely if there is a correlation between the variables of population increase and unplanned built area, with the impact caused to the water quality of the Tunjuelo River.

1. Introducción

El ser humano como ente social parte del principio de un desarrollo económico sostenible, mediante la consecución de recursos que le permitan refugio individual y colectivo a su núcleo social, desde luego en proximidad al centro generador de recursos complementarios tales como: alimento, vestuario, y suplencia de los demandables sociales (educación, recreación y culto).

En Colombia la población se concentra fundamentalmente en las zonas urbanas, como en la mayoría de las grandes ciudades del mundo, donde nuevas generaciones de individuos originarios del sector rural, toman avanzada hacia la experiencia de desarrollar su vida en los diferentes complejos urbanos, principalmente en la Capital de la República - Bogotá, D.C. Actualmente, en América Latina, sólo alrededor del 25% de su población residía en áreas rurales para el año 2012 (Jurado & Tobasura, 2012).

Solo en la Localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá, D.C., según información calculada por la Localidad de Ciudad Bolívar y Secretaría de Hábitat en el periodo comprendido entre 2012 y 2018, la población ha aumentado un 18%.

El presente trabajo tiene como fin hacer un observatorio del periodo comprendido entre los años 2012 a 2018, de la dinámica comprendida entre el aumento de la población y la demanda de suelo para desarrollo predial, fundamentalmente con fines de uso residencial. Esta observación permite evidenciar si el crecimiento de población asentada, genera impacto en diferentes variables

de la calidad del agua que surte y conforma la Cuenca Media del Río Tunjuelo, particularmente en la zona correspondiente a la Localidad de Ciudad Bolívar.

Así las cosas se han desarrollado un conjunto de etapas tales como recorrido en campo, consulta de datos oficiales: Índice de Riesgo de la Calidad del Agua, Carga de Sólidos Suspendidos, Calidad de agua y Carga de Materia Orgánica y datos de incremento de área construida y crecimiento poblacional; los cuales fueron espacializados, tabulados, graficados y analizados para poder al final evidenciar si existe relación entre el incremento de población asentada en la Localidad de ciudad Bolívar, el incremento de área construida de vivienda y el nivel de cargas contaminantes que recibe el Río Tunjuelo al cruzar el espacio geográfico de esta Localidad.

2. Justificación

En el periodo comprendido entre los años 2012 y 2018, la Localidad de Ciudad Bolívar creció en un 42,70% en nuevos predios de vocación residencial y aumentó su área construida en un 45,91% (Censo 2018, 2019), es por esto que el presente trabajo pretende hacer un análisis de este fenómeno en comparación a las variables de impacto de la calidad del agua superficial en dicha Localidad, que hace parte integral de la cuenca media del Río Tunjuelo, considerando que para el año 2012 el 54,97% del total de predios de la Localidad, corresponden a predios en Estrato 1 (Censo Inmobiliario de Bogotá, vigencia 2012, 2013), los cuales generalmente eran parte de desarrollos barriales informales, donde no han surtido procesos de planificación y desarrollo de dotaciones de servicios, redes y equipamiento urbano, por lo menos durante el proceso de su conformación.

Como parte del proceso de aprendizaje adquirido en el programa de Especialización en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas de la Universidad Santo Tomás, se impera los componentes socio-culturales como criterios centrales que permiten fundamentar la visión integral de la cuenca, en particular el factor demográfico que comprende un conjunto de acciones que causan impacto sobre el espacio físico que ocupan, sino de igual forma sobre aquel que de forma indirecta se ve afectado por la emisión de residuos y aguas servidas.

El presente trabajo pretende hacer un modesto aporte académico, al evidenciar la necesidad de definir políticas públicas encaminadas a resolver vía Gobierno Central, la demanda de vivienda de las familias existentes, carentes de techo y las nuevas familias a ser formadas, pues es bien sabido que con el control gubernamental se pueden hacer desarrollos urbanísticos integrales y socialmente sostenibles.

3. Formulación del Problema

3.1. Planteamiento del problema

Bogotá, D.C. es la ciudad más grande del territorio nacional y su capital administrativa, lo que hace que sea el principal objetivo de asentamiento humano de quienes quieren huir de zonas de conflicto armado y de zonas urbanas o rurales que no logran cubrir las necesidades de sostenibilidad para sus familias (Jurado & Tobasura, 2012). Es aquí donde aparece la ciudad capital como una esperanza de mejores ingresos, pero bajo la óptica de la teoría de la renta del suelo, los sectores con ubicación geográfica privilegiada respecto de los centros de abastecimiento y servicios, así como con mejor dotación urbanística, al estar ocupados, solo lo están para quienes presentan disponibilidad a pagar rentas superiores por su uso y aprovechamiento. Adicionalmente

y como un efecto del conflicto armado, se ha causado que las localidades extremas de la ciudad, como es el caso de San Cristóbal, Usme, Bosa y Ciudad Bolívar; hayan sido desarrolladas históricamente por población de origen principalmente rural, de bajos recursos, efecto que va expandiendo la frontera urbana y se localizan allí a pesar de la limitada o nula dotación urbanística de estos sectores (Secretaría del Hábitat, 2011).

Este fenómeno es el que motiva el presente trabajo de investigación descriptiva, para el cual se ha escogido la localidad de Ciudad Bolívar, pues es esta la localidad la que más recibe día a día nuevos pobladores, tanto del territorio nacional, como la actual situación de migrantes de la vecina república de Venezuela.

Así las cosas, al presentarse asentamientos humanos, y conformarse desarrollos barriales sin el urbanismo adecuado, sin el lleno de los requisitos como: licencias de urbanismo o construcción, densifican áreas generalmente no viables para edificación, poniendo en riesgo sus propias vidas y el adecuado equilibrio hídrico y ecológico.

Lo que pretende este trabajo es determinar si existe una correlación entre el aumento de área construida para vivienda no planificada y el daño causado al recurso hídrico, para el caso la cuenca media del Río Tunjuelo, escogiendo este tramo de Cuenca por su coincidencia con el área geográfica de la Localidad de Ciudad Bolívar.

3.2. Delimitación del problema

El estudio se centra en el área geográfica de la Localidad de Ciudad Bolívar de la ciudad de Bogotá, D.C., en la República de Colombia, particularmente al incremento de área construida con destinación a vivienda y en el periodo comprendido entre los años 2012 a 2018, periodo para

el cual fue posible conseguir datos tanto de tipo poblacional, información catastral y de indicadores de impacto hídrico.

3.3. Descripción del problema

El incremento del área construida con destinación a vivienda y que no cumple con los parámetros regulatorios de la Secretaría Distrital de Planeación ni del adecuado desarrollo urbanístico, arquitectónico ni de ingeniería, genera impactos sociales, económicos y de seguridad pública. Ahora como parte de este ejercicio descriptivo se quiere identificar si existe correlación entre el citado incremento de construcción y el daño causado al recurso hídrico de la cuenca media del Río Tunjuelo.

3.4. Preguntas directrices del problema

¿Cuáles son los elementos de equipamiento urbanístico, que de no estar presentes en un desarrollo barrial, pueden repercutir en un impacto en la calidad del recurso hídrico?

¿Qué solución se puede plantear desde el desarrollo constructivo y de la administración pública, para mitigar el impacto causado al recurso hídrico del Río Tunjuelo?

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Analizar la relación existente entre el daño causado a la calidad del agua, por el incremento en el número de habitantes y el área de superficie construida para vivienda no planificada, en el área geográfica de la localidad de Ciudad Bolívar, cuenca media del Río Tunjuelo.

4.2. Objetivos específicos

Caracterizar los procesos de desarrollo urbano y de intervención constructiva con destinación a vivienda, en sectores sin el lleno de los requisitos de urbanismo y construcción.

Identificar indicadores oficiales que manifiesten la afectación causada a la cuenca media del Río Tunjuelo

Determinar la correlación existente entre el incremento de área construida de vivienda y algunas variables indicadoras de calidad de agua en la Cuenca media del Río Tunjuelo.

5. Metodología

5.1. Enfoque Investigativo

El presente trabajo se enmarca en el modelo de investigación descriptiva, lo anterior en razón a que se procede a hacer una descripción de los elementos encontrados en el entorno geográfico de la Localidad de Ciudad Bolívar en la ciudad de Bogotá, D.C., su conformación y formalidad urbanística, deficiencias en términos de dotación urbanística, de los procesos y técnicas constructivas comúnmente encontradas. De igual forma describe desde la información oficial los datos de incremento en el área construida con vocación a vivienda, la densidad poblacional y su variación, y los datos oficiales de impactos hídricos, todo esto para al final evaluar si existe algún nivel de correlación entre las variables catastrales y las de afectación al recurso hídrico de la Cuenca media del Río Tunjuelo, comparativo realizado para las vigencias entre los años 2012 a 2018.

Así las cosas, el trabajo se realiza en tres grandes fases que se describen a continuación:

Fase 1: Identificación física y cartográfica del área de estudio

Fase 2: Acceso a datos oficiales.

Fase 3: Correlación de variables.

5.2. Marco Legal

Para poder entender mejor el concepto del presente estudio, es necesario partir de los fundamentos legales que rigen el desarrollo predial, el ordenamiento territorial, la preservación y protección de los recursos naturales, así como los lineamientos de política pública en torno al derecho que tiene todo colombiano a la vivienda digna, la calidad de vida y de su libre desarrollo, pero también a la obligación del mismo colombiano a preservar su entorno natural, y la propiedad colectiva.

Tabla 1

Compendio de normas consideradas.

Norma	Objeto de la Norma en relación al Ordenamiento del territorio y la preservación ambiental
Constitución Política de Colombia	Constituye a Colombia como un estado social de derecho, de igual forma define la función social y ecológica de la propiedad, donde prima el beneficio general sobre el particular, otorga condición autónoma a los municipios para ordenar su territorio cumpliendo con los requisitos de una ocupación racional del suelo y con la conservación ambiental, dedica el Título XI a la organización territorial.
Ley 99 de 1993	Dentro de los diferentes elementos regulados por esta Ley, se encuentra el principio de la utilización del recurso hídrico, donde el consumo humano tiene prioridad sobre cualquier otro uso, así como el deber del Ministerio del Medio Ambiente, de regular la conservación preservación y uso de los recursos naturales.
Ley 152 de 1994	Corresponde a la Ley Orgánica de Desarrollo, se centra en los procedimientos e instrumentos para construir planes de desarrollo, su control y vigencias.
Ley 388 de 1997	Se denomina como la Ley de Ordenamiento Territorial, define la dimensión del territorio bajo la óptica de la planeación económica y social, enmarca como principio el aprovechamiento sostenible del territorio y sus recursos naturales, económicos y humanos, categoriza los usos definidos al suelo, da los

Norma	Objeto de la Norma en relación al Ordenamiento del territorio y la preservación ambiental
	lineamientos para que los municipios definan sus Planes de Ordenamiento Territorial, categorizados en planes, planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial. Define tiempos de vigencia de estos instrumentos, así como las formas que tiene el Estado para acceder al suelo en miras al desarrollo de proyectos y políticas públicas territoriales.
Ley 1454 de 2011	Constituye las normas orgánicas del ordenamiento del territorio, sus principios rectores, la finalidad del ordenamiento territorial, crea las Comisiones de Ordenamiento Territorial (COT), su función y conformación.
Decreto 879 de 1998	El decreto reglamentario de la Ley 388 de 1997, define disposiciones referentes al ordenamiento territorial, constituye los componentes que deben contener los POT's, en sus volúmenes general, urbano y rural.
Decreto 4002 de 2004	Decreto reglamentario de la Ley 388 de 1997, define los usos considerados como incompatibles, categoriza las revisiones de los POT's, constituye el proceso de reordenamiento del territorio, confirma la adopción de los instrumentos de ordenamiento por Decreto.
Decreto 190 de 2004	Norma vigente del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, el cual categorizó como proyecto para la cuenca del Río Tunjuelo el alcantarillado sanitario, identifica así mismo que las aguas residuales colectadas en esta cuenca, serán conducidas a la planta de tratamiento de aguas residuales Canoas. Por otra parte define los tratamientos urbanísticos y usos defendidos a los predios existentes en el territorio que conforma el Distrito Capital de Bogotá.
Decreto 1203 de 2017	Versión vigente que define los lineamientos a cumplir para el trámite y expedición de licencias urbanísticas, concertación con autoridades ambientales para la aceptación de planes parciales, así como los lineamientos de las licencias de construcción y del acto de reconocimiento de construcción.
Resolución 1096 de 2000	Constituye el Reglamento técnico de Agua Potable y saneamiento básico (RAS), otorga condiciones al Ministerio de Desarrollo Económico para potabilización de agua y saneamiento básico.
Resolución 2473 de 2005	Declara la Ordenación de la Cuenca del Río Tunjuelo
Fuente: Construcción propia	

Como se puede evidenciar, Colombia tiene una estructura normativa en términos del desarrollo social y económico del territorio clara, que exige a cada municipio definir la planificación de su territorio bajo la óptica del uso equilibrado de los recursos. Define como principio constitucional, el uso equilibrado con garantía a la preservación de los ecosistemas, crea un Ministerio del Medio ambiente y un sistema nacional ambiental, que regula la conservación,

principio que debe ser definido y considerado en los diferentes Planes de ordenamiento Territorial, delimitando las zonas categorizadas como de la estructura ecológica principal, y las zonas que por condiciones de principios geológicos o presencia de condiciones de amenaza o riesgo por remoción en masa o inundación, se constituyan como suelos no viables para aprovechamiento constructivo. De igual forma la regulación nacional exige un trámite y estudio técnico para acceder a un desarrollo urbanístico y desde luego para la posible realización de una construcción, bien sea de tipo vivienda o cualquier otro uso programado, pero es evidente que estos recursos normativos no se están cumpliendo en su totalidad, y peor aún se evidencia negligencia gubernamental al no hacerlos exigibles, tal y como lo evidenciamos en el numeral 5.4.1. del presente documento, en el recorrido realizado a la Localidad de Ciudad Bolívar.

5.3. Marco Teórico

5.3.1. Antecedentes

El concepto de desarrollo urbano versus el componente del recurso hídrico, presenta una dedicación a nivel internacional, trabajos como *“Los Impactos de la Urbanización en el Ciclo del Agua”* (Abellán, 2016), evidencia que la ruptura de la cobertura vegetal impacta de manera negativa en las condiciones naturales del Ciclo del Agua, fallas en el proceso de infiltración natural, la alta producción de residuos que terminan en cauces, entre otros factores de impacto derivados del proceso de urbanización.

De igual forma Global Water Partnership en 2014 en su escrito denominado *“Agua y Urbanización”* habla del concepto de estrés hídrico, evidenciando el alto crecimiento de la población urbana en el mundo, de igual forma habla del concepto de GIAU (gestión integrada de

aguas urbanas), elementos que impactan en el aumento correspondiente sobre la demanda del recurso agua (Global Water Parthnership, 2014).

En 2010 en la Revista URBANO DE LA Universidad del Bío Bío de Chile, se publica el trabajo del Doctor César Domingo Iñiguez Sepúlveda denominado “*Uso y Valor del Recurso Hídrico Urbano. Sistema de Agua Potable en Culiacán, México*”. En este documento se señala: El recurso agua en crisis, incluso proyecta que en las condiciones actuales el consumo del agua podría llegar a incrementarse en un cincuenta por ciento (50%) en los próximos treinta años, generando tensiones por el líquido vital (Iñiguez Sepúlveda, 2010).

De igual forma el Profesor Iñiguez reitera la importancia de los ciclos de regulación de un ecosistema, el impacto causado por las aguas servidas tanto de ciudades como de las actividades agrícolas, aunado a que la tendencia del asentamiento humano ha sido localizarse donde el agua escasea. El consumo de agua aumenta fundamentalmente por el incremento de la población, en consumo directo y en los procesos que colaboran en los elementos adicionalmente requeridos por el hombre, donde se requiere el recurso agua (Iñiguez Sepúlveda, 2010).

Un concepto que se ha trabajado en términos de desarrollo es el de sustentabilidad, no solo regulado en los diferentes instrumentos normativos sino definido en los principios de la economía, pueden entender que el crecimiento de la población puede repercutir en una sobrecarga que impide la capacidad de carga de los ecosistemas, lo que se conoce como la Catástrofe malthusiana, principio trabajado en el documento “El Recurso Agua en el Entorno de las Ciudades Sustentables” (Padrón Cruz & Cantú Martínez, 2009).

En referencia a la zona en particular, la Localidad de Ciudad Bolívar tiene un gran número de trabajos, estudio y censos, pero en su mayoría llegan hasta ese punto, es común encontrar documentos con títulos como Caracterización, diagnóstico, inspección, entre otros. Un ejemplo de estos es el denominado *Caracterización General de Escenarios de Riesgo*, realizado por el Consejo Local De Gestión del Riesgo y Cambio Climático Localidad Ciudad Bolívar, realiza un diagnóstico de las condiciones de la Localidad, su población, vías, hidrología, entre otros y los factores que están propenso o generan riesgo en su espacio geográfico (Caracterización general de escenarios de riesgo, 2019).

En la consulta de la bibliografía temática para el trabajo se pudo identificar un trabajo denominado *Problemáticas Socio ambientales en la Cuenca del Río Tunjuelo: una posibilidad en la enseñanza y el aprendizaje de la geografía*, orientado el proceso de enseñanza en temas de geografía ambiental, hace una adecuada caracterización de la Cuenca del Río Tunjuelo, hace una identificación de las problemáticas socio ambientales de la cuenca (Castaño Pachón & Urrego Muñoz, 2015).

5.3.2. Consumo de Agua

La interacción de las actividades humanas en entornos urbanos, para el caso de este trabajo, en los espacios destinados para la habitación y desarrollo social, hacen que los elementos básicos de la supervivencia, tales como el líquido vital estén disponibles, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), una persona debe consumir en promedio 100 litros de agua para satisfacer las necesidades tanto de consumo como de higiene. Según el promedio para una ciudad como Bogotá, en datos reportados por la Secretaria Distrital de Ambiente para el

periodo comprendido entre 2013 y 2018, el Consumo residencial de agua por habitante –CRAPH- (l/hab*día), es el indicado en la Tabla 2:

Tabla 2

Consumo residencial de agua por habitante en Bogotá.

AÑO	Total de agua consumida para uso residencial en el área urbana –TACR- (litros)	Población urbana total del –PUT –(No. habitantes)	Consumo residencial de agua por habitante – CRAPH- (l/hab*día)
2013	599.743.388	7.657.602	78,32
2014	602.023.929	7.760.451	77,58
2015	603.721.036	7.862.277	76,79
2016	580.057.421	7.963.379	72,84
2017	595.698.200	8.063.991	73,87
2018	606.760.041	8.164.178	74,32

Fuente: Construcción propia con base de información de Secretaría Distrital de Ambiente.

Esto hace que en promedio de este periodo muestreado se tenga 75,62 (l/hab*día), pero para que esto se dé en términos normales y estandarizados, se requiere primero contar con redes de suministro adecuadas, de aguas potabilizadas y disponibles por cada unidad predial. Así mismo, este nivel de líquido consumido, genera residuos líquidos o incluso sólidos, esto exige otro tipo de red formal que hace parte integral de los procesos urbanísticos, que corresponde a la red de alcantarillado, tanto de aguas negras como aguas lluvias, las cuales deben ser colectadas y centralizadas para el adecuado manejo o tratamiento según se disponga a nivel municipal.

En 2017 con una inversión de dos mil millones de pesos (\$2.000'000.000), fueron puestos a disposición de la comunidad de la Localidad de Ciudad Bolívar dos nuevos tanques de agua potable, correspondientes a los tanques Los Alpes y Quiba II, los cuales junto a otras obras de

conducción benefician a habitantes de los barrios Los Alpes, Bella Flor, Brisas del Volador, Tabor Altaloma, La Torre, El Paraíso y El Recuerdo Sur. Barrios ubicados en zona alta de la Localidad, donde hasta hace poco aún transportaban agua en recipientes.

En noviembre de 2018, fueron desarrollados 3,54 kilómetros de red de alcantarillado sanitario, obra que logra la eliminación de vertimientos de aguas residuales a las quebradas Trompeta y El Infierno, las cuales son tributarias del Río Tunjuelo, por tanto beneficia la emisión a la Cuenca media del Río (Caracol Radio, 2018). , Este proyecto inicia con su etapa de diagnóstico en el año 2017, bajo la dirección administrativa y de bienes raíces de la Empresa de Acueducto, agua, alcantarillado y aseo de Bogotá, con el análisis de las variables sociales, ambientales y económicas, derivadas del desarrollo barrial, y la informalidad en sus redes de suministro y de emisión de aguas servidas, lo que genera un impacto a los cuerpos de agua que se pretende sean preservados (Empresa de Acueducto, agua, alcantarillado y aseo de Bogotá, 2017).

5.3.3. Cuenca Río Tunjuelo

El Río Tunjuelo nace en el Embalse de Chisacá, el cual se ubica en el Páramo de Sumapaz, zona rural de Bogotá, en la Localidad de Sumapaz, aproximadamente en las coordenadas geográficas 4°23'59,48" Norte y 74°08'31,39" Oeste y desemboca en el Río Bogotá en las coordenadas geográficas 4°37'44,91" Norte y 74°13'21,07" Oeste, inmediaciones de la Localidad de Bosa. En su recorrido cruza las Localidades de Usme, Ciudad Bolívar, Tunjuelito, Kennedy y Bosa.

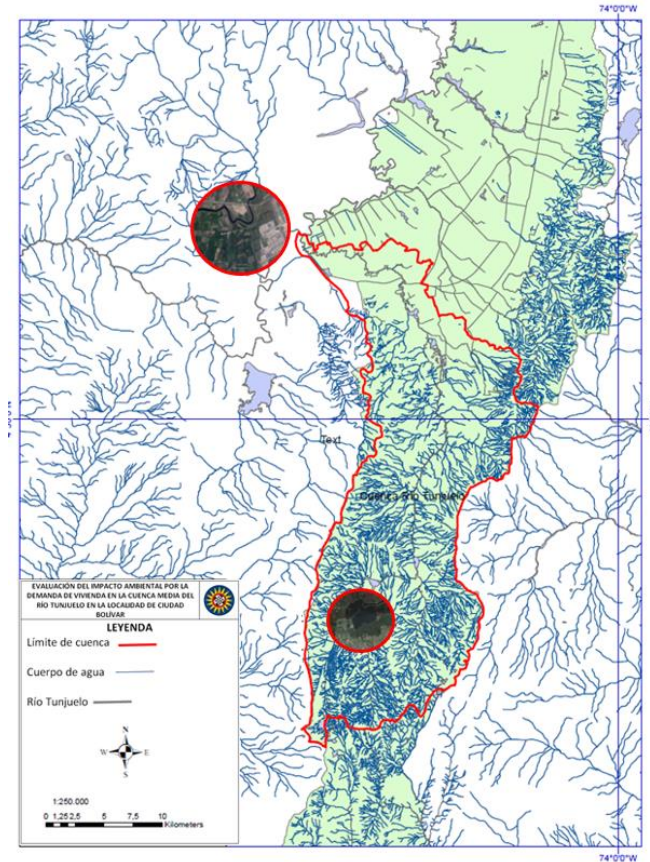


Figura 1 Delimitación Cuenca Río Tunjuelo. Construcción propia con base de información IDECA e imágenes Google Earth.

En la Figura 1, se puede observar en color rojo la delimitación de la Cuenca del Río Tunjuelo, así como el complejo hídrico que esta cuenca contiene, en color verde se evidencia el área correspondiente al Distrito Capital de Bogotá. Se han incluido dos imágenes tomadas de la herramienta Google Earth de los sectores de nacimiento en la Laguna Los Tunjos en la región el Páramo de Sumapaz y su desembocadura del Río Tunjuelo en el Río Bogotá, zona denominado Finca La Isla en la Localidad de Bosa (circulo parte superior de la imagen).

La Cuenca del Río Tunjuelo cubre una superficie de 41.534,6 Hectáreas, las cuales hacen parte integral de las Localidades de Usme, Ciudad Bolívar, Kennedy y Bosa, de la ciudad de Bogotá, D.C.

5.3.4. Ciudad Bolívar

El sector objetivo del presente trabajo se ha concentrado en la Localidad No. 19 de la Ciudad de Bogotá, denominada como Ciudad Bolívar, propiamente en su área urbana, esta localidad se ubica al sur oriente de la ciudad. Presenta los siguientes límites políticos:

Al norte con la localidad de Bosa.

Al sur con las localidades de Usme y Sumapaz.

Al este con las localidades de Tunjuelito y Usme.

Al Oeste con el municipio de Soacha.

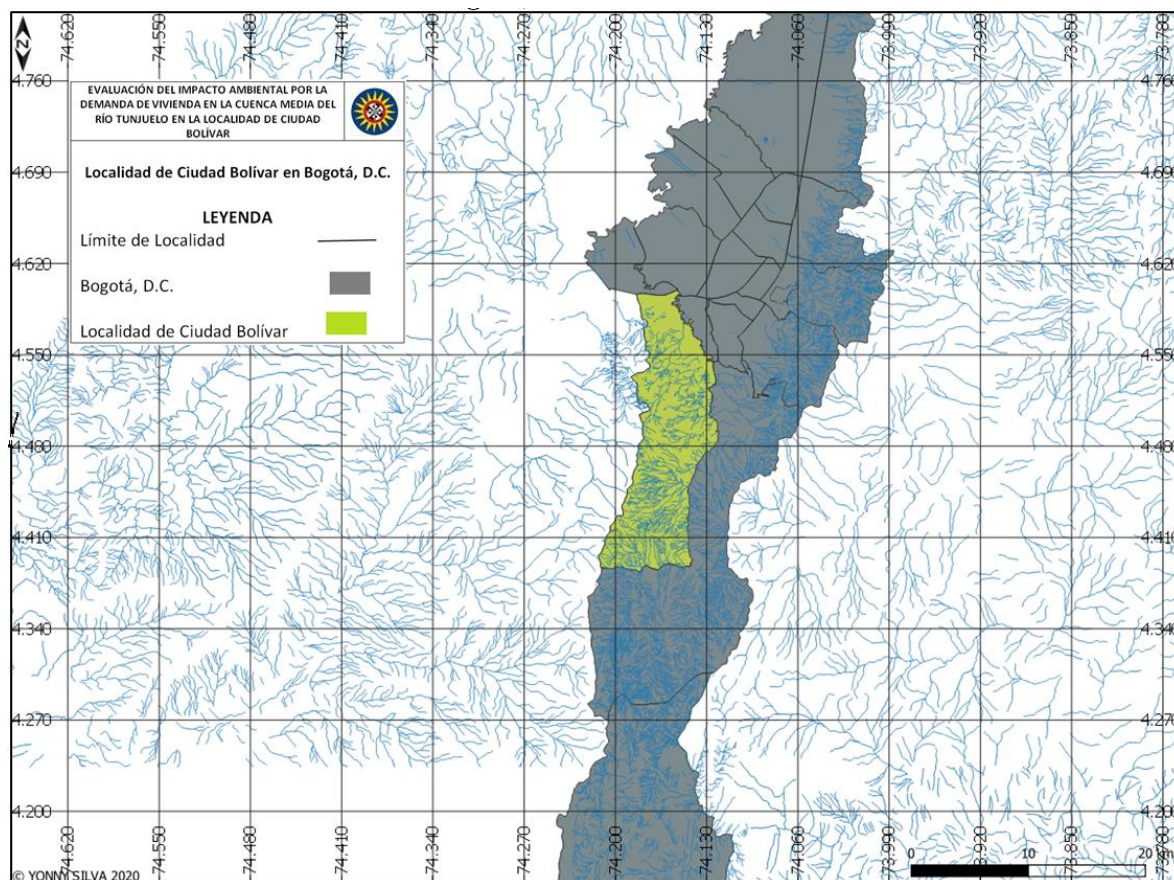


Figura 2 Ubicación geográfica Localidad Ciudad Bolívar en Bogotá, D.C., Construcción propia con base de información IDECA.

Como se puede observar en la Figura 2, la Localidad de Ciudad Bolívar se ubica en el extremo sur occidental de la ciudad de Bogotá, cuenta con un amplio componente hídrico, el cual confluye en su totalidad al Río Tunjuelo.

Es una localidad con características especiales desde el Plan de Ordenamiento Territorial definido mediante el Decreto 190 de 2004, el cual ha definido los usos del suelo en cumplimiento a lo reglado por la Ley 388 de 1997.

Tabla 3
Clasificación de tipo de suelo en la Localidad

TIPO DE SUELO	UNIDAD	SUPERFICIE	%
SUELO URBANO	m2	32.380.000,00	13,90%
SUELO RURAL	m2	96.080.000,00	41,26%
SUELO DE EXPANSIÓN URBANA	m2	1.520.000,00	0,65%
SUELO DE PROTECCIÓN	m2	102.910.000,00	44,19%
total		232.890.000,00	100,00%

Fuente: Subdirección de información sectorial de la Secretaría de Hábitat año 2019

En tal sentido se observa en la Tabla 2, que la Localidad de Ciudad Bolívar cuenta con un área total de 23.289 Hectáreas, de las cuales solo el 13,90% de su superficie corresponde a suelo urbano, cuenta así mismo con 41,26% de su superficie en suelo rural, llamando la atención que el tipo de suelo que predomina con un 44,19% es el suelo categorizado de protección, es decir suelo que solo debe ser destinado a usos de preservación, contemplación o investigación ambiental. Esto hace que solo se cuente con un 0,65% de su superficie para las futuras incorporaciones de suelo al área urbana, pues es esa el área destinada a suelo de expansión urbana, según el instrumento normativo.

La disposición topográfica de la localidad hace que presente casi la totalidad de su superficie con pendientes que van desde ligeramente inclinadas a fuertemente escarpadas, con altos drenajes, que conforman una riqueza hídrica la cual se torna en tributarios del Río Tunjuelo. Esta conformación hídrica, junto a las conformaciones geológicas de estas laderas presentes en esta Localidad montañosa, explican que el 44,19% de la superficie de la localidad sea clasificada como suelo protegido, resultando que la superficie de la Localidad que puede ser destinada a usos urbanos sea poco representativa.

5.3.5. Condiciones sociales y económicas en Ciudad Bolívar

La Localidad de Ciudad Bolívar tiene su origen en proceso combinado en las actividades rurales y la integración de lo urbano, su arribo de población inicia de forma incrementada en la década de 1950, donde a causa de la violencia que se vivía en el País se causa un desplazamiento de habitantes de diferentes rincones de Colombia, quienes sin recursos, fueron arribando a la Localidad, fundando inicialmente barrios de la parte baja y luego ocupando sectores como Lucero, La Estrella del sur y otros barrios de baja ladera. Otro hecho que indujo al desarrollo barrial, se causó con la implantación de los complejos industriales asentados a lo largo de la Autopista Sur, generando nuevos loteos para vivienda en zonas no productivas en actividades agrícolas. En la década de los 80 se dan dos fenómenos particulares: uno con el primer desarrollo formal adelantado por la Caja de Vivienda Popular y el otro con la generación de un proyecto de 10.600 lotes para autoconstrucción, al que le han seguido loteos no formalizados, invasiones de terrenos algunos han llegado a legalizaciones de los barrios existentes, otros continúan aún sin formalidad, donde se convive con la inseguridad jurídica al contar con mejoras desarrolladas sobre predios ajenos (Hospital Vista Hermosa I Nivel ESE, 2010).

Como se puede evidenciar la Localidad desde su inicio ha recibido grupos poblacionales de bajos recursos, que han ido expandiendo la frontera urbana, localizando desarrollos barriales en zonas con alto riesgo bien sea por remoción en masa o por inundación o barridos de aguas torrenciales.

La población de la Localidad presenta alto nivel de vulnerabilidad alimentaria, educativa, de salud y sanitaria, el Distrito ha adelantado mediante las diferentes Secretarías, programas de cobertura, pero el incremento poblacional es constante, haciendo que la cobertura sea compleja.

5.4. Fases de trabajo

Como ya se ha indicado, el trabajo de grado pretende un proceso de investigación descriptivo, para lo cual se ha decidido realizar el conjunto de actividades en tres fases:

5.4.1. Fase 1. Identificación física y cartográfica del área de estudio

En esta fase se realiza una inspección a la zona de estudio, con miras a realizar la caracterización del entorno urbanístico, tipologías constructivas comúnmente empleadas, así como la identificación de la existencia aparente de redes y acometidas de servicios públicos domiciliarios. Para esta fase se realiza recorrido vehicular en las zonas que se permite tal recorrido y peatonal en zonas que no lo permitan, corresponde a un recorrido general de muestreo, que aborda barrios de la Localidad, tanto barrios ya tradicionales, como barrios en formación, para poder hacer el paralelo y comparación.

Otra parte de esta fase corresponde al uso de datos abiertos oficiales condensados en la plataforma de la Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá, *IDECA*, y haciendo uso del programa de software libre (QGIS 3,12), compilar, analizar y organizar esta información; para que, desde lo cartográfico, se pueda evidenciar la conformación predial y tipo de loteo presente en la localidad de ciudad Bolívar, al igual que la ubicación o densificación de las construcciones.

Finalmente, y a manera de ejemplo se hace una comparación temporal de imagen de barredor satelital, apoyado en la herramienta *Google Earth Pro*, para mostrar la progresión de un

desarrollo barrial en la Localidad, comparando imágenes de los años 2012, 2014, 2016 y finalmente 2018.

5.4.2. Fase 2. Acceso a datos oficiales

Para continuar con el proceso descriptivo, se acude a datos de fuentes oficiales, que permitan identificar variables de dinámica de población, crecimiento en el área construida en vivienda de la localidad, así como de datos reportados por las autoridades, respecto del estado de afectación a la cuenca del Río Tunjuelo.

5.4.2.1. Acceso a datos de crecimiento poblacional

Pese a que la Localidad presenta diferentes estudios de diferentes Entidades Distritales, no hay una fuente poblacional continua que permita identificar de manera directa la variación de población presente en este espacio geográfico. Así las cosas, se procede a realizar consulta a las fuentes que permiten identificar en el periodo comprendido entre los años 2012 y 2018, del número de habitantes, para ser comparado al crecimiento predial identificado en el numeral siguiente.

5.4.2.2. Acceso a datos de incremento en área construida en vivienda

Para el análisis del componente predial se procede a consultar los datos del Sistema de Información Inmobiliario (SIIC) y Catastral de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD), así como los reportes de los censos inmobiliarios de las vigencias entre 2012 y 2018, los cuales son el resultado del proceso de la gestión catastral adelantada por la Unidad, en su proceso de formación, actualización y conservación catastral.

Para este punto de la segunda fase se ha consultado la cantidad de predios, así como la clasificación de predios dentro de la localidad según destino económico, identificando cual de estos es más representativo, identificando tanto el área predial en cada uno, como el área construida referente por uso. Tomando la relevancia para el estudio, se procede a identificar los predios de vocación residencial separándolos en los que son residenciales plenos, los que habiendo surtido proceso urbanístico no han sido identificados y aquellos que aún no han sido urbanizados. En condiciones de calidad social es importante también identificar los predios que han sido edificados por ajenos, es decir aquellos que son categorizados desde la clasificación catastral como mejora ajena y de igual forma los que siendo suelo rural han sido desarrollados en vivienda urbana, pues todos estos factores identifican cual es la real demanda de predio para vivienda en la Localidad.

Finalmente se hace una comparación por años, para identificar de ¿cuál ha sido la dinámica del número de predios en la localidad y de su área construida?

5.4.2.3. Acceso a datos indicadores de impacto hídrico

Con el objeto de medir si las variables identificadas en los numerales anteriores, se comportan de forma proporcional a la afectación causada al Río Tunjuelo, se han tomado reportes oficiales indicados por la Secretaría Distrital de Ambiente, para el caso particular se trabajan los indicadores:

IRCA: índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano

Carga de sólidos

Calidad de agua

Carga Orgánica

Consumo per cápita de agua ciudad:

5.4.3. Fase 3. Correlación de variables

Haciendo uso del software Microsoft Excel, particularmente de la herramienta de modelamiento de regresión lineal, se corre el modelo para medir la correlación existente entre el incremento de población y el área construida en vivienda en la Localidad de Ciudad Bolívar, el resultado identificará si este par de eventos son explicativos y, por ende, determinístico donde a partir de una ecuación se pueda realizar predicciones de demanda de vivienda en la localidad.

Con el uso de la herramienta de construcción de tendencia gráfica del software Microsoft Excel, identificar la tendencia que arrojan los datos y así desde lo visual poder comparar su comportamiento y por tanto posible relación proporcional entre estas variables.

Finalmente se realiza un conjunto de conclusiones de la información encontrada y de forma modesta unas sugerencias o recomendaciones en miras a dar soluciones a los hechos objeto de mejora identificados en este trabajo.

6. Resultados

6.1. Identificación física y cartográfica del área de estudio.

6.1.1. Descripción física a partir de terreno

Durante los meses de agosto a noviembre de 2019, se realizaron 5 visitas técnicas a la Localidad de Ciudad Bolívar, haciendo recorridos en barrios como: Bella Flor, El Paraíso, Lucero, Juan Pablo II, La Estrella del Sur, Arabia, San Francisco, Mochuelo, Divino Niño, La Torre, entre otros.

De este recorrido se encontraron sectores tradicionales, los cuales a la fecha de inspección cuentan con dotación de servicios públicos básicos completos, vías de acceso pavimentadas, andenes, sardineles, aunque una deficiencia en zonas verdes y espacios públicos.



Ilustración 1 Zona con dotación urbanística básica completa, Imágenes propias.

Como se puede observar en la Ilustración 1, sectores como San Francisco, por su antigüedad, así como por su misma topografía, cuenta con vías, redes de servicios, como gas domiciliario, energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, iluminación pública, incluso empujarían sobre la franja de la quebrada La Trompeta.

Otro elemento a observar en las imágenes corresponde a la consolidación constructiva, con edificaciones con predominio de dos pisos, se observan materiales permanentes, incluso se puede observar la calidad de los materiales, lo que refiere edificaciones ya con espacios adecuados para la vivienda digna.



Ilustración 2 Zonas con dotación parcial, Imágenes propias.

Es común encontrar en la Localidad zonas con dotaciones parciales, como se puede observar en la Ilustración 2, donde se pueden encontrar redes de colectores de aguas servidas, incluso redes de servicios domiciliarios, pero las condiciones topográficas dificultan el realizar adecuados programas de pavimentación, o se hacen por desarrollos colectivos, lo que hace que sean trabajos de baja calidad, que repercuten en rápidos deterioros, no se puede realizar perfiles viales totales, faltando elementos como: andenes, sardineles, entre otros.

En cuanto a las construcciones es evidente el desarrollo progresivo, donde se dejan materiales expuesto por periodos, hasta que se tenga recurso para la retoma del proyecto constructivo, edificaciones sin acabados. La continuidad predial identifica que se trata de todas formas de barrios ya con antigüedad.



Ilustración 3 Sectores con deficientes condiciones urbanísticas, Imágenes propias.

En la Ilustración 3, se puede observar el otro tipo de sectores, donde se evidencia el tipo de desarrollo que ha tenido la Localidad, donde pese a las condiciones topográficas, geológicas o de limitación en el acceso a las redes de servicios públicos, se generan asentamientos humanos. Casas sin acceso directo, o mediante senderos peatonales, definidos por los surcos de agua que se forman con las lluvias, algunos tienen trazados de conformación por manzanas, pero otros simplemente son objeto de construcciones no planificadas, donde se superponen unas construcciones con las otras, se identifican edificaciones de todo tipo de material, desde materiales de reciclaje, materiales de construcción reutilizados, predominan las cubiertas en teja ondulada de aluzinc, las edificaciones más avanzadas utilizan materiales en bloque o ladrillo tolete de arcilla, sin diseños estructurales, de suelos o cimentación.



Ilustración 4 Vista general de un sector en la Localidad, Imagen propia.

Se evidencian empostados con tendido eléctrico, pues es el servicio público más fácil de acceder, pero los que requieren de redes por suelo se demoran, sin embargo, algunos sectores cuentan con redes de gas domiciliario, pero los desagües de aguas servidas van a las quebradas, las cuales a su vez se descargan en el Río Tunjuelo.



Ilustración 5 Proximidad a quebradas, Imágenes propias.

En la Ilustración 5, se pueden observar edificaciones colindantes a la Quebrada El Infierno y la Quebrada La Trompeta respectivamente, lo que evidencia el nivel de riesgo por su proximidad y desde luego el nivel de impacto causado a estos cuerpos de agua.

6.1.2. Espacialización construcciones residenciales.

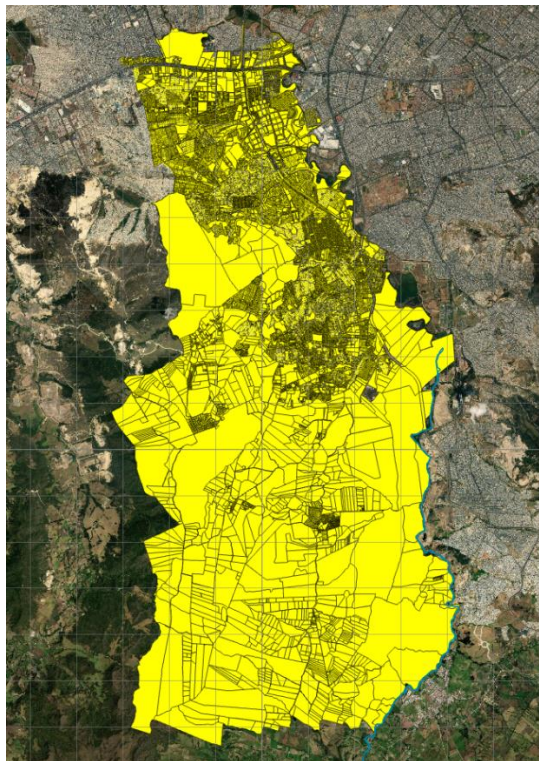


Figura 3 Conformación predial de la Localidad, construcción propia a partir de datos abiertos IDECA.

En la Figura 3 se puede observar una imagen conformada por localización de la ubicación de la Localidad de Ciudad Bolívar en el espacio geográfico de la ciudad de Bogotá, así mismo en la imagen amarilla se definen los polígonos conformados por los lotes existente en la Localidad, donde se puede observar que la zona sur y parte de la zona occidental donde se concentran los

predios de mayor tamaño, pues corresponde a los extremos rurales y de suelo protegido de la localidad. Así mismo en la parte norte de la Localidad se concentra gran cantidad de predios, identificando una zona de alta densidad predial, correspondiente a los lotes urbanos siendo estos de tipo residencial primordialmente con áreas predominantes que van de los 60 m² hasta los 140, para loteos como San Francisco.

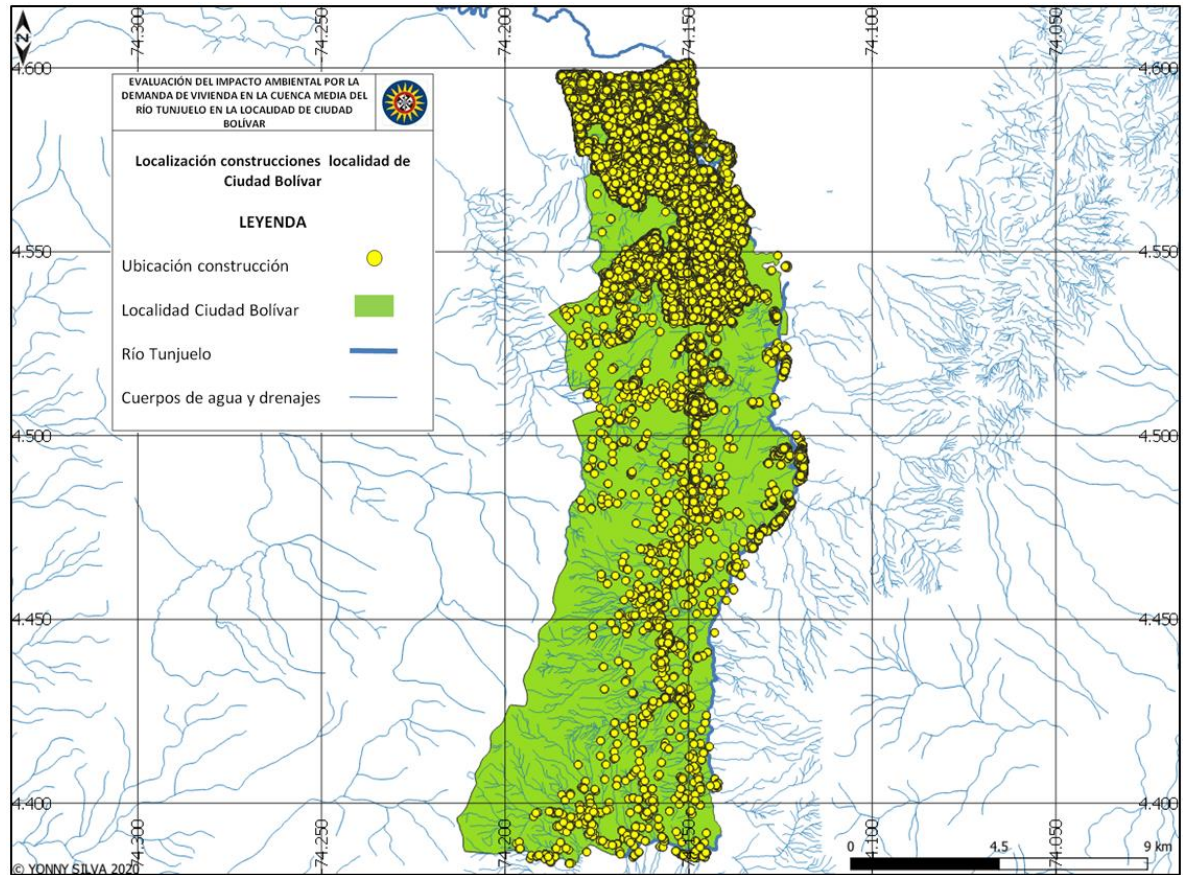


Figura 4 Localización construcciones dentro de la Localidad, construcción propia a partir de datos abiertos IDECA.

En la Figura 4, se puede visualizar la espacialización de las construcciones existentes en los diferentes predios de la localidad, al igual que en la Figura 3, se puede evidenciar la alta concentración de predios edificadas en la parte norte de la Localidad, y algún vestigio de densidad constructiva en el eje vial de la Avenida Boyacá. Los puntos amarillos manifiestan construcciones

de vivienda, lo que manifiesta la alta densidad en zonas como el centro occidente de la localidad que manifiesta predios mayores, pero con alto índice de construcción, lo que puede reflejar una alta concentración de construcciones en predio ajeno, lo que en categorización catastral se conoce como mejoras en predio ajeno.

Este es un fenómeno común en la Localidad, con ocupación de áreas por grupos de personas que apropian espacios, sin desarrollos urbanísticos como se puede ilustrar en el seguimiento de imágenes de barredor satelital que se hace a continuación con las figuras 5 a 8:



Figura 5 Zona de Comparación año 2012
Fuente Google Earth Pro



Figura 6 Zona de Comparación año 2014,

En la Figura 5 se toma un sector de la Localidad de Ciudad Bolívar con imagen de barredor satelital del año 2012, para lo cual se ha apoyado de la herramienta temporal de Google Earth Pro, el área central de la imagen, se evidencia libre de edificaciones, solo se puede observar actividad de extracción minera, otro fenómeno muy común en el sector sur de la Localidad hacia las zonas del Mochuelo. En la imagen de la Figura 6 se ubica el mismo sector con imagen del año 2014, en ella se evidencian la aparición de edificaciones de forma dispersa.



Figura 7 Zona de Comparación año 2016



Figura 8 Zona de Comparación año 2018, Fuente Google Earth Pro

En la figura 7, que corresponde a la imagen del mismo sector para el año 2016, ya se evidencia una concentración de edificaciones, se pueden visualizar carreteables de acceso.

En la Figura 8, que corresponde a la imagen del sector para el año 2018, ya el avance constructivo está avanzado, la actividad minera se ha finalizado, las edificaciones llegan hasta este punto y aunque continúa disperso, su avance es notorio.

Este ejercicio temporal junto al recorrido en campo y los mapas de localización predial permiten evidenciar cómo es la densificación de esta localidad, pese a no contar con dotaciones de cobertura en redes de servicios públicos, ni la dificultad de acceso a los servicios de transporte público.

En la última imagen ya se pueden contabilizar más de 200 unidades construidas, lo que equivale a más de 200 familias, con residuos sólidos y líquidos, que deben tener algún destino, y si no se tiene redes colectoras formales, pues la alternativa que queda son las quebradas próximas al asentamiento.

6.1.3. Cobertura de servicios públicos domiciliarios

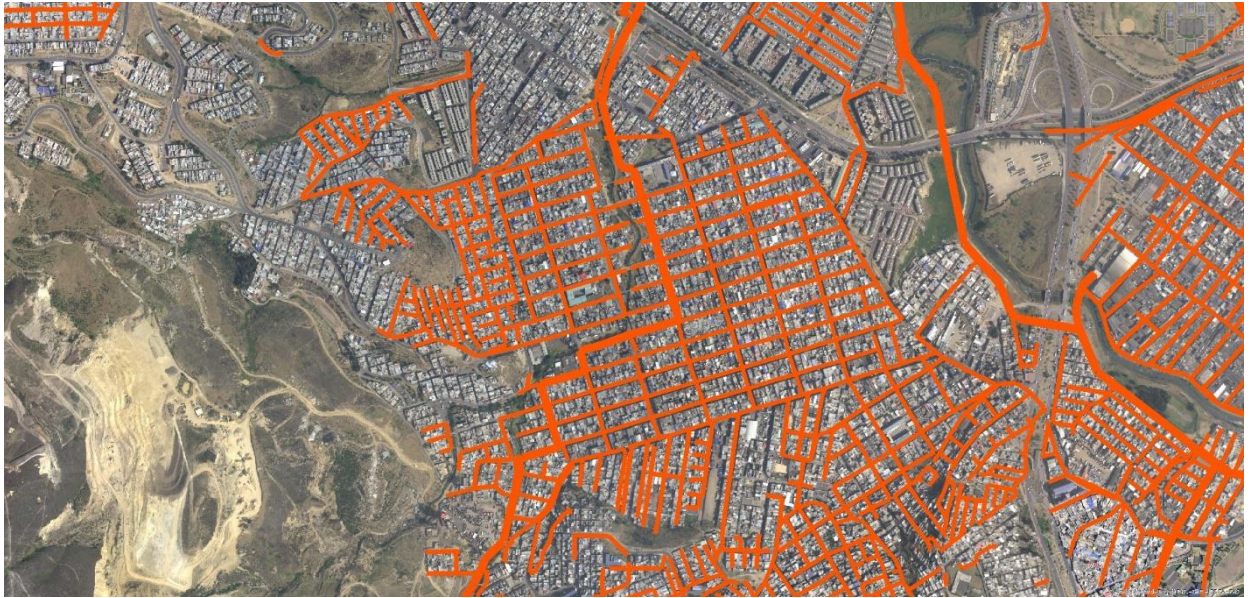


Figura 9 Red de Alcantarillado instalado zona norte, Fuente: mapasbogota.gov.co

Apoyado en las herramientas dispuestas por la plataforma de *mapasbogota.gov.co* de IDECA, en el cual se puede acceder a los productos cartográficos desarrollados por las diferentes Entidades públicas de la ciudad, se ha hecho superposición entre la ortofoto para el año 2020, con la cobertura de red de alcantarillado instalado, para el caso de la Figura 9, se ha tomado una imagen de un segmento del extremo norte de la Localidad donde se evidencia que el manzaneo visualizado cuenta con redes de alcantarillado, con excepción de unas zonas en el extremo occidente de la predicción, donde no hay red de alcantarillado.

En la imagen identificada en la Figura 10, de la página siguiente, que corresponde a la misma herramienta, pero con la captura de una imagen de un sector en la zona sur de la localidad, donde han dado los asentamientos más recientes, se puede evidenciar que, pese a que hay zonas con red de colectores de alcantarillado, predomina la no existencia de este servicio, luego es

entendible que estas unidades prediales están depositando sus residuos sólidos y líquidos en las quebradas próximas.



Figura 10 Red de Alcantarillado instalado zona sur, Fuente: mapasbogota.gov.co

Otro elemento identificado tanto en el recorrido físico a la Localidad, así como evidenciado en las herramientas digitales, es el sobrecosto a que se ve expuesto el Distrito Capital de Bogotá. Por dotar de redes a estos sectores, esto derivado de sus altas pendientes topográficas.



Ilustración 6 Red de Alcantarillado instalado vista de campo, Fotos propias.

Como se puede evidenciar en la Ilustración 6, los desarrollos de obras de urbanismo, desarrolladas de manera posterior son complejas, pues generan impacto social a las familias ya instaladas, exigen levantar obras preexistentes, junto al riesgo que cada vez que se interviene la zona para dotar de un nuevo servicio, se pone en riesgo la infraestructura existente.

6.2. Acceso a datos Oficiales

6.2.1. Datos de Población

Tabla 4

Variación poblacional en la Localidad

AÑO	No. PERSONAS	VARIACIÓN
2012	639.937,00	
2014	675.260,00	5,52%
2016	719.700,00	6,58%
2018	762.184,00	5,90%
TASA ACUMULADA		18,00%

Fuente: Relaciones porcentuales calculadas a partir de la información de los documentos: Secretaria de Hábitat “Diagnóstico Localidad de Ciudad Bolívar sector hábitat”, Secretaría Distrital de Planeación “Proyecciones de población por localidades para Bogotá 2016-2020”, Alcaldía Local de Ciudad Bolívar “Informe de Localidad de Ciudad Bolívar”.

Para el número de habitantes se hizo necesario acudir a varias fuentes documentales, pues no se tuvo serie de población con una sola fuente documental, así que se consultó en Secretaria de Hábitat el Diagnóstico Localidad de Ciudad Bolívar sector hábitat para el año 2014, en la Secretaría Distrital de Planeación el documento Proyecciones de población por localidades para Bogotá 2016-2020, y en la Alcaldía Local de Ciudad Bolívar el Informe de Localidad de Ciudad Bolívar.

Como se puede observar en la Tabla 4, el número de habitantes de la localidad de Ciudad Bolívar se incrementó en un 18% en el periodo comprendido entre el año 2012 y el año 2018. El

año de mayor incremento de población fue del año 2016 con un rango del 6,58% de nuevos habitantes.

6.2.2. Datos prediales

Tabla 5

Predios de la Localidad de Ciudad Bolívar, según destino económico

DESTINO ECONÓMICO		Total predios	Área de terreno	Área construida
Código	Nombre Destino			
01	RESIDENCIAL	100.657	9.859.323,10	10.185.908,50
03	INDUSTRIAL	99	652.409,70	360.086,30
04	DOTACIONAL PÚBLICO	376	4.895.074,00	386.375,10
05	RECREACIONAL PÚBLICO	10	10.979,60	2.272,40
06	DOTACIONAL PRIVADO	692	410.903,60	213.196,90
07	MINERO	23	2.267.678,10	4.897,30
08	RECREACIONAL PRIVADO	1	140,00	479,50
21	COMERCIO EN CORREDOR	3.726	405.639,70	729.323,20
22	COMERCIO EN CENTRO COMERCIAL	78	4.872,50	3.816,70
23	COMERCIO PUNTUAL	2.548	1.315.619,90	514.785,60
24	PARQUEADEROS	8	5.008,20	1.212,50
61	URBANIZADO NO EDIFICADO	4.177	1.430.916,70	770,50
62	URBANIZABLE NO URBANIZADO	13	65.520,10	-
63	PROTEGIDO (NO URBANIZABLE)	8.009	4.089.968,40	765,80
64	LOTE DEL ESTADO	285	451.457,80	35,80
65	VÍAS	2.101	2.365.714,00	-
66	ESPACIO PUBLICO	634	1.357.871,60	482,20
67	PREDIO CON MEJORA AJENA	3.688	2.022.802,80	21.895,40
	RURALES - DETINACIÓN RURAL	2.664	93.734.614,70	186.904,80
	RURALES - DETINACIÓN URBANA	823	373.508,00	33.118,40
TOTAL CIUDAD BOLÍVAR		130.612	125.720.022,50	12.646.326,90

Fuente: SIIC-UAECD (Sistema de información Inmobiliaria Catastral), Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital 2019. Unidades en m2.

En la Tabla 5, se puede identificar el diferente tipo de predios existentes en la Localidad de Ciudad Bolívar, la cual está conformada por 130.612 unidades prediales (Censo Predial año 2018, 2019). En esta tabla se puede evidenciar que los predios con destinación residencial corresponden a 100.657 predios, que equivale al 77,07% del total de predios de la Localidad, pero

se debe tener en cuenta que de igual forma que existen en la localidad 3.688 predio considerados como mejora en predio ajeno y 823 predios que siendo de categorización rural, son destinados a usos urbanos.

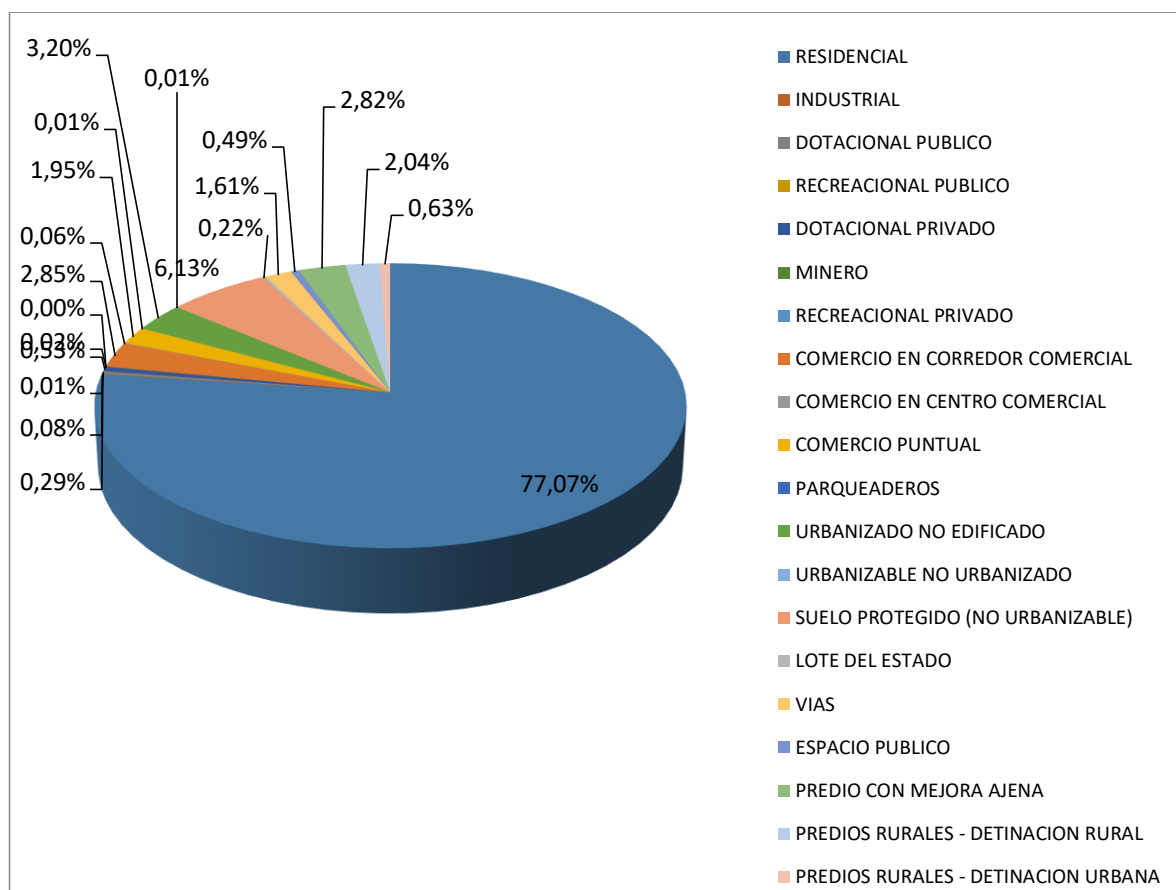


Figura 11 Predios según destino económico, Fuente construcción propia a partir de la Tabla 5

La Figura 11, complementa de forma gráfica la Tabla 5, permite de forma visual, comprender que la Localidad de Ciudad Bolívar corresponde a una Localidad de vocación principalmente residencial, solo seguida de la actividad comercial en corredor comercial, pero con una diferencia de más de 70 puntos porcentuales.

Ahora bien, si en la Tabla 5 se observa el total de áreas de lotes según destinación, se encuentra que los lotes con destinación residencial suman 9.859.323,1 metros cuadrados, que equivale al 7,84% del total de la superficie total de la Localidad. Una superficie muy baja en comparación a la representación predial que tiene el uso residencial en la totalidad de predios.

Esto hace que al nivel de demanda de predios residenciales que presenta el sector, se vaya agotando la superficie que puede tener la capacidad de ser desarrollada en usos residenciales, pues según lo indicado en la Tabla 5, solo se contaría con 1'430.916,7 metros cuadrados de suelo urbanizado no edificado y de 65.520,1 metros cuadrados de suelo urbanizable no edificado.

Tabla 6

Predios Residenciales por Estrato Socioeconómico

ESTRATO	No. DE PREDIOS (Und)	%	ÁREA TERRENO (m2)	%	ÁREA CONSTRUIDA (m2)	%
1	55.333,00	54,97%	4.282.712,55	45,99%	5.596.297,67	54,94%
2	39.591,00	39,33%	4.720.854,30	50,70%	4.126.912,76	40,52%
3	5.732,00	5,69%	308.188,83	3,31%	462.639,66	4,54%
	100.656,00	100,00%	9.311.755,68	100,00%	10.185.850,09	100,00%

Fuente: Cálculos a partir de Censo Inmobiliario vigencia 2012 de la UAEC

La Tabla 6, identifica la distribución económica que se presenta en referencia a los inmuebles de la Localidad, donde se puede evidenciar que el mayor grupo poblacional de la Localidad se ubica en los estratos 1 y 2, con un total del 54,97% de predios en estrato 1 y 39,33% en estrato 2, lo que totaliza el 94,30% del total de predios de vocación residencial, lo que ratifica que la Localidad de Ciudad Bolívar corresponde a una Localidad con bajas capacidades económicas.

Tabla 7

Variación de área construida de uso residencial en la Localidad

AÑO	No. PREDIOS	ÁREA CONSTRUIDA	VARIACIÓN
2012	100.656,00	10.185.850,09	
2014	129.629,00	12.356.435,00	21,31%
2016	143.966,00	14.668.227,00	18,71%
2018	148.074,00	15.532.561,00	5,89%
TASA ACUMULADA			45,91%

Fuente: Cálculos con base en Censos Inmobiliarios 2012, 2014, 2016 y 2018, UAEC.

La Tabla 7, consensa la información del número de predios residenciales y el área construida para este tipo de inmuebles, para los años 2012, 2014, 2016 y 2018. En este conjunto de datos se puede observar un fuerte incremento en el número de predios entre el año 2012 y el 2014, con un rango de cerca del 29%, el cual se regula a medida que avanza hacia el año 2018, sin embargo, lo concerniente al área construida presenta una variación menor, lo que refiere que las edificaciones nuevas son cada vez más pequeñas.

6.2.3. Datos indicadores de impacto hídrico

Tabla 8

Indicadores ambientales Río Tunjuelo

AÑO	IRCA	CARGA DE SÓLIDOS	CALIDAD AGUA	CARGA ORGÁNICA	CONSUMO PERCÁPITA DE AGUA CIUDAD
2012	0,073	35.839,00	49,00	28.566,00	78,32
2014	0,089	32.713,90	59,50	33.356,20	77,58
2016	0,048	17.863,30	63,50	24.939,70	72,84
2018	0,673	33.042,94	57,00	24.621,65	74,32

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente.

La Tabla 8, compila un grupo de indicadores de impacto hídrico, que han sido considerados para el presente trabajo, con el ánimo de evidenciar en las fechas de trabajo, años 2012, 2014, 2016 y 2018, la dinámica de los mismos y como han sido sus reportes en referencia al río Tunjuelo. Primero se toma como referente el indicador de riesgo de la calidad del agua, el cual es a nivel ciudad para evaluar la calidad el mismo en el contexto general, el IRCA, en general en la ciudad es muy bueno y siempre se encuentra muy por debajo del rango máximo permitido por la norma el cual es de 5, en el periodo analizado su rango más disperso corresponde al periodo 4 del año 2018 con un rango de 1,47.

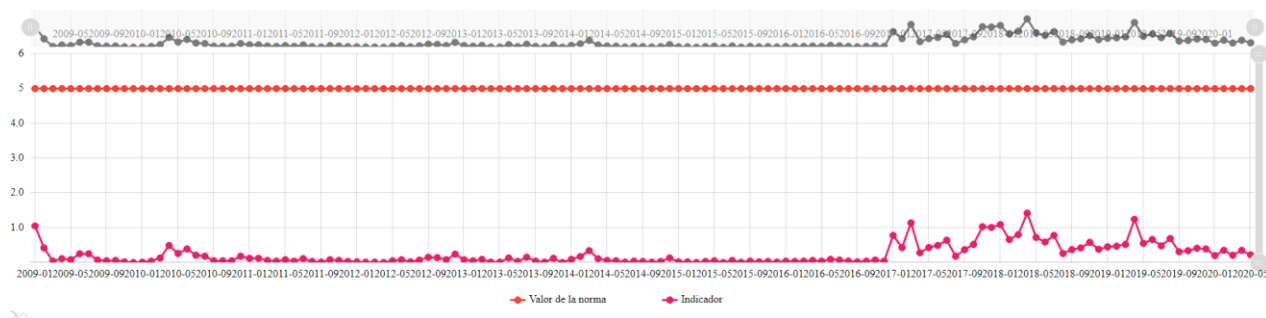


Figura 12 Comportamiento IRCA para Bogotá 2012 a 2018, Fuente Observatorio Ambiental de Bogotá.

En cuanto al indicador de cobertura residencial y legal de servicio de acueducto, la Localidad está distante de la norma la cual es del 100%, como se puede observar en la Figura 13, de la siguiente página, el nivel de cobertura no alcanza el rango esperado, esto según reporte indicado por el Observatorio Ambiental de Bogotá, de la Secretaría Distrital de Ambiente.

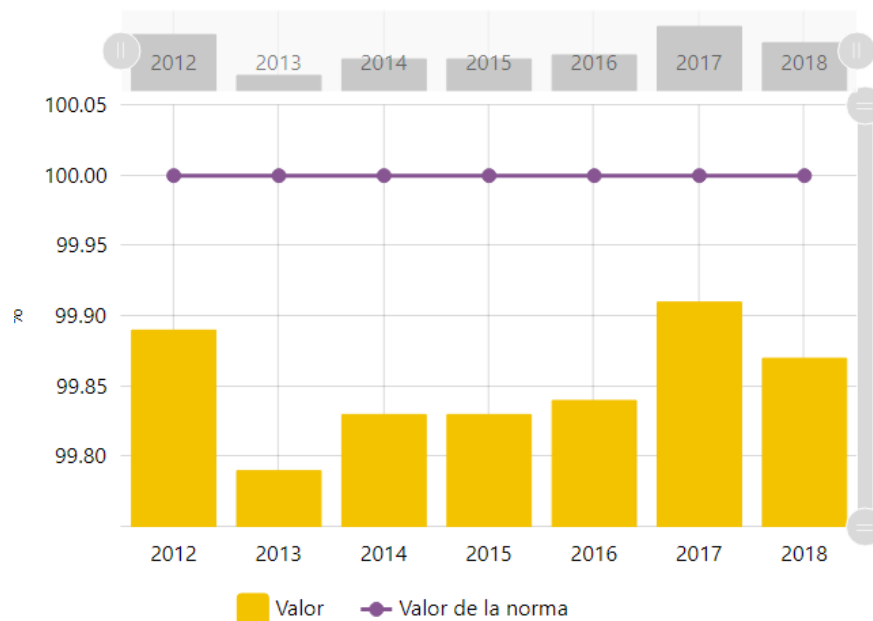


Figura 13 Cobertura residencial de acueducto Ciudad Bolívar 2012 a 2018, Fuente Observatorio Ambiental de Bogotá.

Regresando a la Tabla 8, se puede observar que los indicadores de carga de sólidos, calidad de agua y carga orgánica refieren un leve comportamiento de mejora para el año 2016, pero presenta un retorno a indicadores negativos para el año 2018.

Por esta razón y dado que se está haciendo una comparación general de la Cuenca completa, se considera el indicador de calidad del agua el cual si está fraccionado por 4 tramos:

Tabla 9

Dinámica del reporte calidad del agua superficial Río Tunjuelo por tramos

AÑO	CUENCA BAJA T4	CUENCA MEDIA URBANA T3	CUENCA MEDIA RURAL T2	CUENCA ALTA T1
2012	38	38	60	80
2014	45	52	67	88
2016	44	47	80	80
2018	39	43	71	82

Fuente: Extracción reporte de indicador calidad de agua de la Secretaría Distrital de Ambiente 2019

En la Tabla 9, se presenta la cuenca en sus fracciones de cuenca alta, cuenca media rural, cuenca media urbana y cuenca baja. Este indicador es adimensional, parte del rango ideal de 100 con una escala definida así:

Entre 95 y 100: Excelente

Entre 80 y 94: Buena

Entre 65 y 79: Aceptable

Entre 45 y 64: Marginal

Entre 0 y 44: Pobre

Esto refiere que la Cuenca inicia con valores reflejados en el periodo entre 80 y 88 en su mejor periodo para el año 2014, lo que lo califica como bueno, para a la cuenca media rural, con rangos que lo categorizan como aceptable, ya en el tramo que nos interesa en este estudio correspondiente a la cuenca media urbana, inicia en el periodo en el año 2012 en rango pobre, tiene una mejora considerable en el año 2014 a 52 puntos que los categoriza como marginal, e inicia descenso a 47 y luego 43 puntos que lo ubica nuevamente en una calidad de agua con categoría de calidad pobre.

6.3. Correlación de variables

Una vez compilada la información se procedió a realizar comparaciones entre las variables seleccionadas, intentando evidenciar si se podía encontrar algún nivel de correlación entre las referidas variables: calidad del agua, variación de población, incremento de número de predios e incremento en el área construida:

Con la aplicación de las variables área construida y población como variables independientes y calidad de agua como variable dependiente, se ha realizado un modelo de

regresión lineal, en miras a evidenciar si las variables seleccionadas son explicativas de la calidad del agua y a su vez tiene un comportamiento lineal de la forma:

$$Y= m+(b1X1)+(B2X2)$$

Donde Y será la variable dependiente es decir el valor resultante, m es un valor determinado de intercepción de la recta, b1 y b2 los coeficientes definidos por la ecuación y X1 la variable población y X2variable área construida.

Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coeficiente de correlación múltiple	0,985064632							
Coeficiente de determinación R^2	0,97035233							
R^2 ajustado	0,911056989							
Error típico	1,824267245							
Observaciones	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>				
Regresión	2	108,922049	54,4610245	16,3647316	0,17218499			
Residuos	1	3,32795098	3,32795098					
Total	3	112,25						
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	192,3025054	40,7766714	4,7159932	0,13302135	-325,81423	710,419241	-325,81423	710,419241
POBLACIÓN	-0,000383702	9,7401E-05	-3,9394197	0,15825968	-0,00162129	0,00085389	-0,00162129	0,00085389
ÁREA CONSTRUIDA	1,01062E-05	2,1497E-06	4,70115138	0,13342913	-1,7209E-05	3,7421E-05	-1,7209E-05	3,7421E-05

Figura 14 Salida regresión lineal, desarrollo propio

Al correr el modelo mediante la herramienta de regresión lineal del software Microsoft Excel versión 2016, se tiene que las variables resultan linealmente explicativas con un R2 ajustado del 0,911. Arrojando la ecuación:

$$Y= 192.3025054-0.000383702 \text{ POBLACIÓN}+0.0000101062 \text{ ÁREA CONSTRUIDA}$$

Esta ecuación tiene una relación implícita y es la razón o proporción que existe entre el área construida y el número de habitantes, lo que arroja un área promedio de construcción por habitante, ejemplo: Si se tiene una población de 500.000 habitantes y un área construida de

9'500.000 m², en la ecuación esta proporción arroja un valor de 96,46 en la escala de calidad superficial del agua, es decir Excelente. Esto es razonable pues si se divide el área construida entre el número de habitantes $9'500.000 \text{ m}^2 / 500.000 \text{ habitantes} = 19 \text{ m}^2/\text{habitante}$.

Ahora bien, si el área construida se mantiene constante, pero se da un incremento en el número de habitantes acomodados en esta área, pasando a 650.000 habitantes, el valor de calidad de agua pasa a 38.90, pues la relación de área construida /habitante ha cambiado se reduce a 14,61 m²/habitante. Lo que reduce la calidad de vida, marginaliza su desarrollo y repercute en una densificación que afecta la calidad del agua.

6.3.1. Crecimiento poblacional en la Localidad periodo 2012-2018

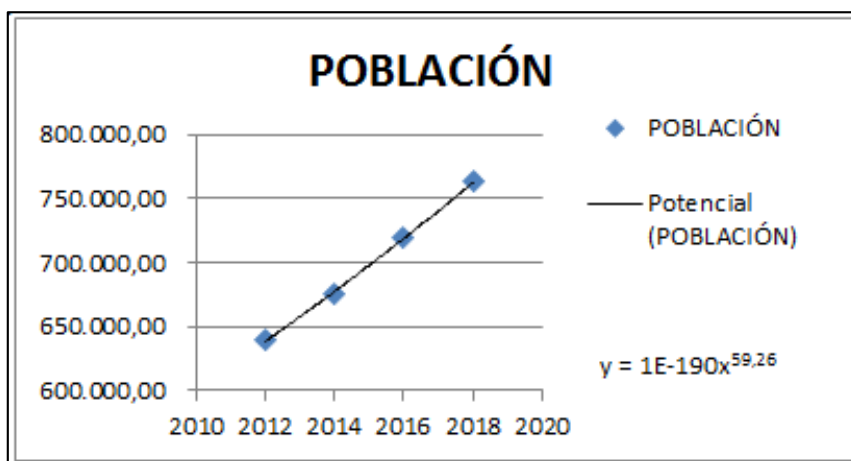


Figura 15 Gráfica de población en la Localidad, Fuente: Desarrollo propio a partir de los datos de la Tabla 4..

Al observar la Figura 15, llama la atención que la tendencia de la gráfica es de crecimiento constante, lo que hace que en términos del resultado del modelo se tienda a la marginalización de la calidad del agua del río.

De igual forma este crecimiento no es lineal izado, sino que, según la ecuación de tendencia, tiende a un crecimiento mayor en el periodo comprendido entre los años 2016 y 2018, hecho que puede ser considerado a lo observado en la Figura 8, donde de manera ejemplificada se observa una mayor concentración de viviendas no formales en la Localidad, particularmente en ese caso, en el área usada como muestra del fenómeno de ocupación demográfica.

6.3.2. Incremento área construida destinada a vivienda en la localidad

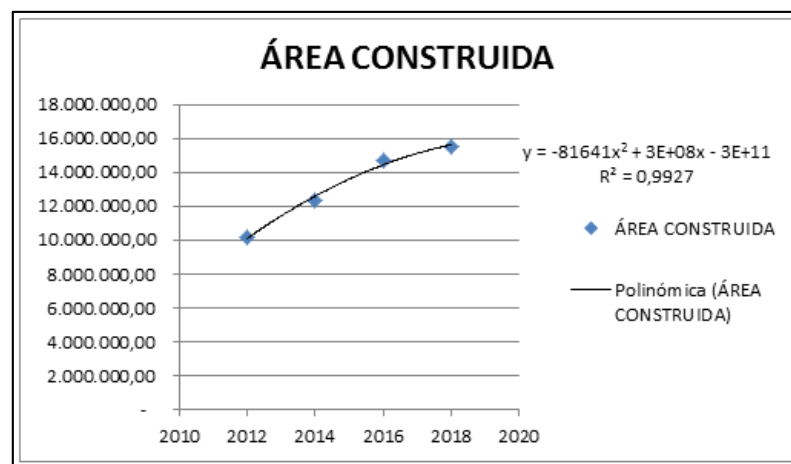


Figura 16 Incremento de área construida en la localidad periodo 2012-2018, *Fuente: Desarrollo propio a partir de los datos de la Tabla 7.*

A partir de la Figura 16, se puede evidenciar el crecimiento que tiene el proceso de construcción en la Localidad, sin embargo la curva de crecimiento empieza a conformar una desaceleración, que se debe observar, pues como se pudo evidenciar en el presente documento respecto de la clasificación predial según uso del suelo de la Localidad de Ciudad Bolívar, ya las superficies constructivas de la Localidad están llegando a su límite, quedando solo suelo rural o protegido, lo que considera que se debe prestar atención especial a este tipo de suelos para que no

sean objeto de ocupaciones informales que incrementen el problema de impacto ambiental en la Localidad.

7. Conclusiones

Las condiciones naturales y ambientales de las fuentes hídricas están directamente ligadas con el comportamiento antrópico, y especialmente con su necesidad de espacio geográfico como medio de residencia y asentamiento, pues derivado de esta forma de vida demanda niveles de agua para consumo y uso, que luego son eliminados en forma de residuo.

Si los desarrollos de vivienda no cumplen los lineamientos normativos técnicos y ambientales, están destinados a impactar en alto nivel del entorno geográfico y por ende el hídrico.

El incremento del número de predios no necesariamente impacta el componente ambiental, en cambio el incremento en la cantidad de área construida si, pues esta se encuentra estrechamente ligada a un incremento de la tasa poblacional y viceversa dado que el incremento de población demanda más vivienda, es decir más área construida.

Los cuerpos hídricos presentan un incremento en su deterioro ambiental a medida que ingresan a entornos urbanos, pues tristemente se han tornado en elementos colectores de diferentes tipos de residuos.

La falta de gobernanza y presencia estatal en los sectores marginales de la ciudad repercuten en un impacto social y económico visto desde el deterioro del recurso ambiental, pero peor aún, pues cuando se decide hacer intervención esta es correctiva y termina generando sobre costos en el recurso público.

Es claro que estos indicadores por sí solo, están limitados a insinuar condiciones aparentes y es necesario hacer muestreos directos en los recursos hídricos tributarios del Río Tunjuelo, así como identificación de la dinámica constructiva con proximidad a estos cuerpos de agua, identificación de la construcción y existencia de redes de servicios y a captación de aguas en los barrios colindantes. Este trabajo intenta ser un punto de partida para realizar trabajos de muestreo más amplios, al igual que la participación multidisciplinaria, que permita desarrollar planteamientos de solución a los problemas de tipo social y ambiental que se causa por la contaminación de los Ríos de colindancia urbana.

El resultado obtenido tanto en la inspección física, la revisión cartográfica, y el modelamiento básico matemático, solo demuestran el abandono a que se tiene sujeto el sector, el cual en repercusión afecta el ambiente del resto de la ciudad, y del País, pues las cargas de aguas en cadena van alimentados cuerpos de agua más grandes, como en este caso el Río Bogotá y este a su vez el Río Magdalena, haciendo líneas de transporte de estos cuerpos contaminantes.

Finalmente se identifica que la deficiente dotación urbanística en los desarrollos no planificados, afecta el recurso hídrico, que las ratas de incremento de población y área de construcción no son equivalentes, pero las dos permanecen en aumento constante. Definitivamente si existe una correlación entre las variables de aumento de población y de área construida no planificada, con el impacto causado a la calidad del agua del Río Tunjuelo.

8. Recomendaciones

Si bien es cierto se han adelantado campañas de sensibilización para el manejo y reducción de los impactos en el recurso hídrico, es necesario que estos hagan parte de políticas públicas que orienten a la comunidad asentada en zonas marginales con alto potencial contaminante de los

recursos, para que ellos como primeros actores de interacción con el cuerpo hídrico sean vigilantes y promotores de su cuidado.

Se debe mejorar los procesos de vigilancia y control de desarrollos urbanísticos clandestinos, pues no sirve tener regulaciones que no se aplican de forma efectiva a la totalidad del territorio.

Se debe propender por la formulación de políticas públicas de vivienda, desarrollos planificados y controles de expansión del territorio, los cuales son necesarios para evitar los cordones de miseria y marginalización del elemento social.

Es fundamental el seguimiento y control a los actores contaminantes, así como la canalización y el desarrollo de plantas de oxidación y recuperación de las quebradas que conforman el complejo hídrico de la Cuenca del Río Tunjuelo.

Bibliografía

Abellán, A. (2016). Los impactos de la urbanización en el ciclo del agua. *Iagua*.

Caracol Radio. (23 de 11 de 2018). Obras de alcantarillado en Ciudad Bolívar recuperarán quebradas. *Post Caracol Radio*.

Castaño Pachón, M. J., & Urrego Muñoz, L. M. (Julio de 2015). Problemáticas Socioambientales En La Cuenca Del Río Tunjuelo: una posibilidad en la enseñanza y el aprendizaje. *GIRAMUNDO*, 95-108.

Consejo local de gestión del riesgo y cambio climático localidad Ciudad Bolívar. (2019). *Caracterización general de escenarios de riesgo*. Bogotá, D.C.: Alcaldía Local Ciudad Bolívar.

- Empresa de Acueducto, agua, alcantarillado y aseo de Bogotá. (2017). *Diagnóstico Socioeconómico Y Plan De Gestión Social Del Proyecto Construcción Del Interceptor Para Captar Las Aguas Residuales Que Se Vierten Directamente A Su Cauce Para Las Quebradas Trompeta Y El Infierno*. Bogotá, D.C.: Acueducto Bogotá.
- Global Water Parthnership. (2014). Agua y Urbanización. *Global Water Pathership, Towards a water secure world*.
- Hospital Vista Hermosa I Nivel ESE. (2010). *Análisis de situación en salud, Localidad de Ciudad Bolívar 2010*. Bogotá: Alcaldía Menor Ciudad Bolívar.
- Iñiguez Sepúlveda, C. D. (Mayo de 2010). Uso y valor del recurso hídrico urbano. Sistema de agua potable en Culiacán, México. *Revista Urbano*, 41-47.
- Jurado, C., & Tobasura, I. (2012). Dilema de la juventud en territorios rurales de Colombia: ¿campo o ciudad? *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 63-77.
- Padrón Cruz, A. C., & Cantú Martínez, P. C. (2009). El Recurso Agua en el Entorno de las Ciudades. *Culcyt*, 15-25.
- Secretaría del Hábitat. (2011). *Modelo de Ocupación territorio Borde sur*. Bogotá, D.C.: Scretaría del Hábitat.
- Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital. (2013). *Censo Inmobiliario de Bogotá, vigencia 2012*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital. (2019). *Censo Predial año 2018*. Bogotá, D.C.: UAECD.
- Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital. (2019). *Censo 2018*. Bogotá, D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá.

