

Trade-off entre la construcción de vivienda y la conservación ambiental: análisis del
impacto ambiental por la implementación del Plan Parcial Ciudad Bolívar - 75
Azoteas.

David Andres Barrera Andrade
Jefferson Guillermo Bejarano Granados

Trabajo de grado para optar por el título de Economista

Director
Leonel Mauricio Ospina Gomez

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Facultad de Administración y Economía
Programa de Economía

2021

Tabla de Contenido

Resumen	4
Abstract	4
1. Introducción	5
2. Marco Teórico	9
3. Revisión de la Literatura	15
4. Planteamiento del problema	20
5. Hipótesis	27
6. Metodología	28
6.1 Matriz de Leopold	28
6.2 Modelo Econométrico	29
6.3 Descripción de variables	30
6.4 Fuente de información	33
6.5 Desarrollo del Modelo Econométrico	34
6.6 Análisis de resultados	35
7. Conclusiones y Recomendaciones	37
8. Bibliografía	39
9. Anexos	41
Anexo 1: Construcción de la matriz de Leopold	41
Anexo 2: Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para uso con la matriz de Leopold.	42
Anexo 3: Matriz de Leopold	43
Anexo 4: Fotografías	50

Contenido de Ilustraciones

Ilustración 1: Tipo de vivienda UPZ 70	31
Ilustración 2: Equipamiento Andenes UPZ 70	32
Ilustración 3: Equipamiento Zonas Verdes UPZ 70	33

Contenido de Tablas

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de las variables empleadas	33
Tabla 2: Resumen de los efectos marginales del modelo probit estimado	35

Contenido de Imagen

Imagen 1: Delimitantes iniciales PPCB - 75 A	21
Imagen 2: Delimitantes posteriores a la Resolución 1197 del 2013.	23
Imagen 3: Niveles de amenaza por remoción de masa del PPCB - 75A	25
Imagen 4: Lugares con mayor importancia dentro del espacio delimitado	26

Resumen

El crecimiento acelerado de las ciudades desde el s. XX ha traído beneficios económicos, pero así mismo altos costos ambientales. Bogotá no ha sido ajena a esta realidad y en este sentido la presente investigación realizó un análisis del impacto ambiental de la implementación del Plan Parcial Ciudad Bolívar-75 Azoteas. Para tal fin, la metodología empleada combinó los resultados del análisis de la matriz de Leopold y un modelo econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios en un modelo probabilístico. Los datos fueron obtenidos de la Encuesta Multipropósito 2017, del Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Los resultados evidenciaron la compleja disyuntiva entre reducción del déficit habitacional y la sostenibilidad ambiental y en este caso de estudio en particular el fuerte impacto en el aire y el agua.

Palabras clave: Impacto ambiental, Plan Parcial, Ciudad Bolívar, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Construcción, Medio Ambiente

Clasificación JEL: C13, O18, O22

Abstract

The accelerated growth of cities since the twentieth century has brought economic benefits, but also high environmental costs. Bogota has been no stranger to this reality and in this sense, this research conducted an analysis of the environmental impact of the implementation of the Ciudad Bolivar-75 Azoteas Partial Plan. For this purpose, the methodology used combined the results of the Leopold matrix analysis and an Ordinary Least Squares econometric model in a probabilistic model. The data were obtained from the Multipurpose Survey 2017, from the National Administrative Department of Statistics. The results evidenced the complex trade-off between housing deficit reduction and environmental sustainability and in this particular case study the strong impact on air and water.

Key Words: Environmental impact, Partial Plan, Ciudad Bolívar, Sustainable Development Goals, Construction, Environment

JEL Classification: C13, O18, O22

1. Introducción

La Organización de Naciones Unidas (ONU) adoptó en el año 2015 los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)¹ los cuales buscan la erradicación de la pobreza, la protección del planeta y el aseguramiento de la prosperidad para todos los países. Uno de los 17 ODS adoptados por la ONU es el ODS # 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), el cual menciona que la rápida urbanización está dando como resultado un número creciente de habitantes en barrios pobres, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados (como la recogida de residuos y los sistemas de agua y saneamiento, carreteras y transporte), la cual está empeorando la contaminación del aire y el crecimiento urbano incontrolado (ONU 2015).

Para dar cumplimiento al ODS #11, la ONU planteó 10 submetas de desarrollo; una de ellas, la 11.3 la cual establece que para el año 2030, se deben aumentar las urbanizaciones inclusivas y sostenibles y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países. En Colombia un indicador que permite dar una idea en relación a esta submeta es el Déficit Cuantitativo de Vivienda, el cual estima la cantidad de viviendas que la sociedad debe construir o adicionar para que exista una relación uno a uno entre las viviendas adecuadas y los hogares que necesiten alojamiento (ONU 2015).

Bajo este contexto, y en un mundo cada vez más urbanizado, las ciudades y las áreas metropolitanas se convierten en centros neurálgicos del crecimiento económico, ya que contribuyen al 60% aproximadamente del PIB mundial. Sin embargo, también representan alrededor del 70% de las emisiones de carbono mundiales y más del 60% del uso de recursos. Las emisiones de CO₂ en Colombia para el año 2019 crecieron 8.562 kilo toneladas, un 10,98% respecto a 2018, cifra que año tras año ha ido aumentando considerablemente según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Dada esta afectación, Colombia ha concentrado su esfuerzo en la construcción de ciudades sostenibles, tanto así que desde el año 2014, el Consejo Nacional de Política

¹ Véase: Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible (ONU)

Económica y Social (CONPES) expuso una política para consolidar el sistema de ciudades en Colombia, el cual a través del documento 3819 de 2014 expresó que:

Las ciudades colombianas son el motor del crecimiento económico del país, el cual cada vez más debe ser sostenible ambientalmente y socialmente inclusivo. Las actividades en los centros urbanos han aportado en los últimos 40 años, en promedio, más del 50% del crecimiento del PIB nacional (Banco Mundial, 2010). Actualmente, el 85% del PIB nacional se genera en las ciudades, encontrándose una relación fuerte y positiva entre el nivel de urbanización y la riqueza per cápita de los colombianos (pp 8-9).

El objetivo central de esta política es fortalecer el sistema de ciudades como motor de crecimiento del país, promoviendo la competitividad regional y nacional, el mejoramiento de la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental, en un contexto de equidad y post conflicto. Para alcanzar este objetivo el país se planteó trabajar sobre seis ejes de política de largo plazo, los cuales son (visión sostenible y crecimiento verde, conectividad física y digital, productividad, calidad de vida y equidad, financiación adecuada y eficiente y por último coordinación y gobernanza).

Dentro de estos seis ejes de política se destaca el descrito como (visión sostenible y crecimiento verde), ya que, el Gobierno Nacional propuso planear el sistema de ciudades en relación con el Ordenamiento Territorial Nacional, con el fin de fortalecer los procesos de planeación, ordenamiento territorial y ambiental. De igual manera, propuso integrar la planificación ambiental con el sistema urbano teniendo en cuenta las características propias de cada territorio considerando así la importancia de preservar los ecosistemas estratégicos del país.

Vale la pena recordar que desde el año 1997 rige la Ley 388, la cual rige hasta la actualidad. En esta define el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) como un instrumento básico que permite a los municipios y distritos del país planificar el ordenamiento del territorio. Este contiene un conjunto de objetivos, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas que orientan el desarrollo físico del territorio y la utilización o usos del suelo urbano y rural. Dentro del POT, se encuentran los denominados Planes Parciales,

que Según el Artículo 19, son los instrumentos mediante los cuales se desarrollan y complementan las disposiciones de los planes de ordenamiento, para áreas determinadas del suelo urbano y para las áreas incluidas en el suelo de expansión urbana, además de las que deban desarrollarse mediante unidades de actuación urbanística, macro proyectos u otras operaciones urbanas especiales, de acuerdo con las autorizaciones emanadas de las normas urbanísticas generales, en los términos previstos en la presente ley.

En relación a la economía colombiana, el desarrollo de estos macro proyectos urbanísticos se llevan a cabo mediante la construcción de obras, la cual es una de las actividades más dinámicas y activas de la economía y a su vez, fundamental para incrementar la productividad en otros sectores económicos. Además, se constituye como uno de los sectores más importantes y de mayor incidencia por su estrecha vinculación con la creación de infraestructuras.

En los últimos años la demanda de infraestructura ha estado representada mayormente en vivienda urbana, la cual ha tenido un aumento considerable con respecto a otros países debido a la dinámica económica, social y cultural vivida en el siglo XX. Según Urrutia (2011) esta demanda corresponde a la migración de lo rural a lo urbano dado que:

En 1938 el país todavía era 70% rural, y en 1964 ya el 52% de la población era urbana. La migración rural urbana se identificaba con la llamada violencia rural, pero la principal motivación, como lo han demostrado varios estudios, era el diferencial de salarios entre la ciudad y el campo, y el deseo de las familias de darle mayor educación a sus hijos con relación a lo que se podía conseguir en el sector rural y las pequeñas poblaciones (p. 4).

En la actualidad alrededor del 77.1% de la población colombiana vive en la urbanidad y tan sólo el 22.9% habita el campo. Simultáneamente, los procesos de industrialización junto con el sector moderno de los servicios se vieron inmersos en dicho crecimiento. Entre 1960-1964 el sector de la industria manufacturera ya participaba con 21% del PIB y la productividad de la industria y servicios (valor agregado dividido por mano de obra empleada) era muy superior a la del sector agrícola; en la actualidad la participación del sector de la industria manufacturera es alrededor del 12% del PIB. De

igual manera los procesos de industrialización se vieron beneficiados debido al traslado del exceso de mano de obra poco calificada de la ruralidad al sector industrial. Esta manera de progreso está asociada a la teoría de desarrollo de Arthur Lewis²(p. 05).

Por lo planteado anteriormente la presente investigación brinda un aporte académico con el fin de entender mejor la compleja dinámica entre los procesos de urbanización y el cuidado del medio ambiente por medio del análisis de impacto ambiental de la construcción del PPCB-75A. Este plan fue seleccionado como objeto de estudio, dado a su larga discusión entre el espacio de conservación ambiental y el espacio determinado como suelo urbanístico dentro de un área delimitada.

² Lewis, A. (1954) "Economic Development with unlimited supplies of labour" Manchester School of Economic and Social Studies(Mayo)

2. Marco Teórico

El desarrollo de la sociedad ha avanzado considerablemente en todas las áreas del conocimiento, pero también ha tenido un impacto devastador en la naturaleza y el cambio climático, cuyas consecuencias son una evidencia irrefutable. El despilfarro de recursos sin estándares sostenibles y energías no renovables es un factor que contamina y afecta la salud de los habitantes, por lo que toda la sociedad paga un alto precio y la teoría económica no ha sido ajena en esta dinámica, por ende los principales exponentes del pensamiento económico serán expuestos a continuación.

En primera instancia François Quesnay (1758) menciona que la tierra es una gran fuente de riqueza no solo por ser poseedora de materiales preciosos, sino también por su capacidad de proveer alimentos para una población. Además de esto, sólo la agricultura generaba un producto neto mayor a sus costos, debido a las bondades de la naturaleza, mientras que las manufacturas y el comercio eran considerados improductivos. Sin embargo, gran parte de los fisiócratas señalaban a la tierra como irreproducible, ya que no es fruto del trabajo humano. A ello sumado su visión de una economía estacionaria, porque la máxima producción que podía obtener un país estaba limitada por la disponibilidad de tierra arable para un nivel dado de tecnología (Cleveland, 1999).

Por tu parte, Adam Smith (1776) rompería este sentido común de Quesnay al plantear que el valor obedece a una ley mucho más amplia, asociada al trabajo en las diversas actividades, no solo en la agricultura. Sería Smith el primer pensador en otorgarle explícitamente un papel protagónico al mercado en el desarrollo económico. De igual manera, Smith reconoce la importancia del cambio técnico del capital el cual aumenta la productividad de la tierra. Sin embargo, en su texto *Naturaleza y Causa de la riqueza de las naciones*, la economía industrial comenzaba a desarrollarse y la importancia del capital, en relación al resto de los factores era aún escasa. En consecuencia el capital no desplazaría aún a la tierra del centro del razonamiento económico. Además la tierra se distinguía por características particulares (su escasez y su carácter no reproducible) en relación al resto de los factores. Para Adam Smith, los factores que no tenían valor (sin trabajo incorporado)

eran gratuitos y por lo tanto el pago por los servicios de la tierra, que no es fruto del trabajo humano, la renta, sólo se explicaba como una renta de monopolio³.

Por su parte, Thomas Malthus (1798) previó las inevitables consecuencias del asombroso crecimiento de la industria y la población sobre el destino de la especie humana y organizaciones sociales. En su ensayo sobre Principio de la Población, expone el concepto de Catástrofe Malthusiana, en el que afirmó que la tendencia poblacional es geométrica y la de los medios de subsistencia es aritmética o lineal, irremediablemente, en algún momento de la historia, el crecimiento se vería severamente frenado por la disputa de dichos medios.

David Ricardo (1817) retoma el concepto de renta de monopolio pero agregó dos razones más para explicarla: la fertilidad heterogénea y la escasez relativa de tierras de diferente fertilidad. Ricardo construye su teoría de la renta mostrando el cálculo de la inversión de los factores variables (trabajo y capital) aplicados sobre el factor de oferta fija (la tierra) definiendo la ley de rendimientos decrecientes, según la cual cantidades variables aplicadas sobre un factor de oferta fija, aumentan la producción, pero con rendimientos incrementales decrecientes. Al hacerlo estaba incorporando un límite al crecimiento económico en relación a la disponibilidad de tierra fértil, contrario a lo que mencionaba Malthus (Roman, 2013).

La discusión de Ricardo con el Reverendo Malthus (1798) consistía en que para Malthus la renta era una ganancia producida por la naturaleza y por lo tanto un aporte genuino a la riqueza de sus propietarios y no una transferencia de poder como lo entendía Ricardo. Ricardo, en cambio, llega a la conclusión de que la renta de la tierra no es un producto de la naturaleza sino producto de su cultivo y éste, del aumento de población, originado entonces en la sociedad (Roman, 2013, p. 60).

Por su parte, Karl Marx (1867), retomó varios aspectos de lo propuesto por David Ricardo. Para Marx la renta era también producto de la sociedad y no del suelo. Agregó una distinción sobre el valor de los bienes: valor de uso y valor de cambio. El primero se debe a

³ Aparece cuando es posible cobrar un precio (de las mercancías) de monopolio independiente del precio determinado por el precio de producción y el valor del producto. La oportunidad de cobrar un precio de monopolio crea la oportunidad para el terrateniente de captar una renta de monopolio.

las características propias de los bienes para satisfacer necesidades humanas. El valor de cambio se define por la cantidad de trabajo abstracto que cada bien ha demandado para su producción y que permite su comparación y/o intercambio con otros bienes. En consecuencia, algunos bienes provistos por la naturaleza, carecen de valor de cambio, pero no de uso. La gratuidad de los recursos naturales se debe, para Marx, a su valor de cambio. Además incorporó la idea de que la fertilidad de la tierra, también podría ser afectada por la actividad humana y desarrolló su teoría de que en el sistema capitalista hay una tendencia inherente a disminuir esa fertilidad natural, mencionada en su texto *El Capital*.

Posteriormente, Alfred Marshall (1890) introdujo la idea de un cuarto factor de producción: la habilidad empresarial, encargada de realizar reemplazos entre factores y proponer combinaciones óptimas de los mismos, de acuerdo a la tasa de sustitución. La idea de un progreso indefinido, hizo perder de vista la importancia de la tierra y otros recursos dentro de las explicaciones económicas de la mayoría de los economistas neoclásicos. En oposición, el gran tema fue la eficiencia y la optimización del uso del capital (que subsume a la tierra y posteriormente también al trabajo bajo la forma de capital social) y la búsqueda del equilibrio de los mercados para la óptima asignación de recursos (incluyendo los naturales). El óptimo sería eficiente y beneficioso en términos privados y sociales (Roman, 2013).

Por su parte, Pigou (1920), reconoce que los intereses de todos los individuos conllevan a un bienestar económico, dado que las instituciones fueron creadas para dicho propósito. Sin embargo, conocía la existencia de efectos no compensados, tanto positivos como negativos. Pigou (1920) propuso corregir las distorsiones generadas en los sistemas de precios por la presencia de externalidades⁴ negativas con el cobro de un impuesto cuyo monto compensa los daños causados. A este mecanismo se le denomina Impuesto Piguviano y es el origen de los denominados impuestos ambientales, cuya finalidad es lograr la internalización de las externalidades generadas a través del uso del mismo sistema de precios. Los impuestos ambientales de inspiración Piguviana, pretenden servir de contrapeso para incrementar el costo marginal privado de las empresas contaminantes de tal

⁴ Se entiende por externalidades todos los costes o beneficios que recaen sobre la sociedad y el medioambiente como consecuencia de una actividad económica y que no están introducidos en el precio del producto que los ocasiona.

forma que los agentes económicos se responsabilicen por el costo externo que trasladan a la sociedad.

Según Pigou (1920) en el caso de externalidad es justificable y conveniente la intervención del Estado, ya sea con un impuesto en caso de externalidad negativa sobre el productor de la actividad o un subsidio en caso de externalidad positiva. También plantea la posibilidad del uso de la regulación para incentivar o desinhibir ciertas conductas o actividades económicas. Pigou (1920) sugiere que las instituciones humanas se han creado con el fin de alcanzar el bien común, por lo que los intereses de cada uno deben llevar al bienestar económico general. Sin embargo, ante la presencia de externalidades se producen divergencias entre los productos netos marginales sociales⁵ y privados⁶. Para mejorar o resolver esas ineficiencias del mercado y aumentar la riqueza y el bienestar general es necesaria la intervención pública.

La propuesta de Pigou sobre la adopción de impuestos ambientales para contrarrestar los efectos de la contaminación, comenzó a difundirse entre los estudiosos de los fenómenos económicos, obteniendo pronto un análisis profundo sobre sus debilidades y pertinencia. Coase (1960) se opuso a la solución de Pigou a las externalidades en su libro "Welfare Economics", y señaló que Pigou solo concentró el costo de internalización en solo una de las partes, considerando que este conjunto de acciones era insuficiente, conllevando a resultados no deseados, ya que no toma en cuenta la naturaleza recíproca del daño y no llega a una solución donde se dé el menor daño posible. Por lo cual resulta innecesaria la intervención del Estado para igualar los costos argumentando que la respuesta más viable no siempre es un impuesto, sino que deben evaluarse los costos que cada posible solución causaría.

Es así como Coase (1960) promueve la concertación entre agentes de generación y receptores de externalidades, para que se obtengan soluciones que signifiquen menores costos de mitigación. Estos acuerdos según la teoría deben aplicarse incluso cuando el

⁵ Corresponde al incremento marginal de los recursos invertidos en la producción de un bien o servicio, sin tener en cuenta sobre quiénes revierten estas acciones.

⁶ Corresponde a la parte del producto neto total que revierte sobre quien realiza una inversión de recursos en una actividad productiva

contaminador es una empresa de propiedad estatal, porque el beneficio general debe prevalecer sobre el individuo. En otras palabras, la costosa intervención estatal debe considerarse sólo cuando las alternativas entre sociedad y empresas son ineficaces.

Ahora bien, para corregir la externalidad es importante tener en cuenta la reciprocidad del daño, para Coase (1960) la principal causa por la que se genera esta falla es la difusa definición de los derechos propiedad, dado que ocasiona conflictos entre los derechos de uso de los bienes en los individuos. Este problema de designación de derechos es ejemplificado por Coase bajo la situación hipotética entre un panadero y un médico. El primero genera ruido con su maquinaria y esto no le permite al médico usar su consultorio para atender a sus pacientes, situación bajo la cual se genera un conflicto entre las dos partes. Coase (1960) expuso que “la solución del problema depende principalmente de si el uso continuado de la maquinaria agrega más al ingreso del panadero que lo que disminuye el ingreso del médico”. (pág. 91).

Según Coase (1960), acudir al mercado es posible como mecanismo de asignación de los derechos de propiedad, con el objetivo de alcanzar la máxima eficiencia en la utilización de los recursos. No obstante, lo anterior es posible bajo el supuesto de inexistencia de costos de transacción y de la asignación inicial de derechos de propiedad por parte del Estado. Considerando lo anterior, se deduce que las cantidades eficientes de la externalidad son independientes de la distribución de los derechos de propiedad; por lo que implica que la demanda del bien no depende de la renta de los individuos.

Por otra parte, la inclusión de las externalidades o valores para los cuales no hay establecido un mercado dentro de un marco más amplio compatible con los valores tradicionales de mercado ha sido una constante en la economía ambiental. Pearce y Turner (1990) proponen el Valor Económico Total (VET), el cual adapta la economía a la cuantificación de los recursos naturales y ambientales. Dicho valor que puede tener un bien, puede dividirse en dos: valores de uso o activos; el cual es derivado de un bien o servicio el cual puede ser directo (por ejemplo el caso de un bosque la caza o la madera) o indirectos (para la pesca son fundamentales las algas). Y por otro lado están los valores pasivos, los cuales se dividen en dos; valores de opción cuyo valor se da por la posibilidad de usarlo en el futuro (por ejemplo preservar la opción de visitar un espacio natural). Y también está el

valor de existencia cuyo valor se otorga al saber que será disfrutado por generaciones futuras o seguirá existiendo.

Por otra parte, Joseph Stiglitz (2000) plantea que también podrían existir soluciones privadas para las externalidades negativas, haciendo referencia a lo formulado por Coase, quien da importancia al Estado como asignador de derechos de propiedad, lo que facilita la solución de la externalidad por medio de la internalización. Sin embargo, Stiglitz menciona la dificultad de lograr un escenario como el mencionado cuando se encuentran relacionados bienes públicos como el agua y el aire dado los costos económicos que ello implica. Igualmente, plantea el obstáculo de los costes de transacción como una de las principales problemáticas para la implementación de este tipo de soluciones privadas.

3. Revisión de la Literatura

Debido a la importancia de la preservación ambiental para garantizar una vida para las generaciones futuras, hoy en día se encuentran cada vez más investigaciones tanto de instituciones, académicos y empresas que buscan generar conciencia y brindar soluciones sobre la crisis ambiental en la que se vive actualmente. Algunos de los principales aportes a la disyuntiva entre la construcción y la conservación ambiental se exponen a continuación.

Biderman, Sandroni y Smolka, (2010) realizan una evaluación de la intervención urbana a un proyecto de gran escala en la ciudad de Sao Paulo Brasil, se usaron estadísticas de los censos de 1991 y del 2000 para mostrar que como consecuencia del proyecto de renovación urbana, hubo un aumento del ingreso y la clase media de la zona fue desplazada por el 5% de los hogares con mayores ingresos. Asimismo, la densidad residencial disminuyó entre 1991 y el 2000, al pasar de 27 a 22 residencias por hectárea. Por su parte, al concluir el proyecto, la calidad del aire presentó niveles altos de contaminación dada por la intervención urbana.

Por su parte, Collins y Shester (2012) estiman el efecto de más de 2.100 proyectos de renovación urbana en Estados Unidos durante 1974, en variables económicas en escala de ciudad. Para esto instrumentan la inversión per cápita en renovación urbana con las diferencias en el momento de la legislación permitida, ya que encuentran que esta representa una variación exógena en los recursos en renovación urbana de las ciudades. Las estimaciones sugieren que los programas de renovación urbana incrementaron el ingreso promedio, aumentaron la tasa de empleo y disminuyeron la pobreza en las ciudades estudiadas. Si bien los autores encuentran efectos positivos para las ciudades, no se preocupan por la distribución de estos entre los diferentes agentes, como tampoco de los efectos ambientales ocasionados, los cuales distintos investigadores mencionaron que los espacios ambientales se vieron afectados (Ossa et al 2010 p.86).

En cambio, Wunder (2005) realiza un estudio de campo en Santa Rosa, Bolivia, en donde se encuentra un gran número de áreas montañosas y boscosas y una gran variedad de familias asentadas tanto formal como informalmente. Wunder propuso la idea del pago por servicios ambientales (PSA) a sus habitantes, el cual es un instrumento económico diseñado

para dar incentivos a los usuarios del suelo, de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental (ecológico) que beneficia a la sociedad como un todo. En algunos casos, los pagos buscan que los usuarios del suelo adopten prácticas de uso que garanticen la provisión de un servicio en particular (p.e., plantar árboles con fines de secuestro de carbono). Estos PSA son un acuerdo voluntario y negociado por las partes, mas no una medida de mando y control del territorio. Se realizó este PSA con el fin de preservar los espacios ambientales, y evitar todas aquellas actividades como la caza y la deforestación las cuales venían siendo afectadas. Sin embargo, esta metodología es muy confusa ya que, como por ejemplo en el caso de estudio de Bolivia, otorgar pagos monetarios y de especie a familias que no tienen un título de derecho de propiedad del territorio. En manera de conclusión este método generó varios conflictos entre los habitantes del bosque y el ente departamental, ya que varias de estas familias estaban recibiendo PSA diferentes, los cuales lo consideraban como una inequidad.

Por otro lado, Quiñones (2019), realiza un análisis de los impactos ambientales de la construcción de vivienda informal en el suelo no urbano en el municipio de Chía, en donde expone que las construcciones de vivienda informal causan un impacto medioambiental y problemas de planeación territorial, impidiendo el desarrollo armónico entre la diversidad de ecosistemas, el hombre y su ambiente en el mismo territorio, de modo tal que no se puedan llevar a cabo los objetivos de orden social, económico y cultural, sin dañar la naturaleza, dentro de su investigación concluye que la construcción de vivienda informal genera un impacto notorio en el municipio, afectando la capa vegetal, el suelo, agua, aire, ruido, flora, gases, polvo, el medio ambiente, la sostenibilidad del municipio y directamente la estructura ecológica principal, la cual establece que se debe tener una estructura que mantenga un equilibrio entre la población y la demanda ambiental, cabe destacar que dentro del documento no se encontraron elementos de medición como soporte a dicha conclusión.

Sin embargo, la mayoría de macro proyectos genera su esfuerzo en el impacto económico y social al cual se exponen, y se deja aislado el impacto ambiental que puede generar a largo plazo. Tse (2001) señala que la protección del medio ambiente es un tema relevante tanto en los países desarrollados como en vía de desarrollo, pero por su naturaleza, la construcción no es un proceso amigable con el medioambiente. Levin (1997)

señala que tanto las operaciones como la construcción producen un efecto masivo directo e indirecto en el entorno, por lo que se hace necesario realizar investigaciones que definan estos impactos.

Asimismo, el sector de la construcción ha tenido alta influencia en el desarrollo de los países y el dinamismo de sus economías, debido a la activación productiva de otros sectores económicos encadenados a su funcionamiento. De igual manera, este contribuye a la reducción de la tasa de desempleo y el aumento de las tasas de crecimiento. El sector de la construcción asociado al desarrollo de los países, la generación, mejora y transformación de estructura, indudablemente busca satisfacer las necesidades que la sociedad presenta, pero dicha construcción también es una de las actividades con mayor potencial de impactar negativamente el ambiente. Maury (2010) menciona que:

El impacto que ha generado la construcción en el medio ambiente es cuestión prioritaria de los países en desarrollo. La complejidad de las interacciones entre el hábitat y los procesos de construcción es de tal magnitud que no siempre es fácil predecir cuál será el tipo y la naturaleza de los cambios que se puedan generar (pág. 108)

Por su parte, el auge que ha tomado la problemática ambiental con respecto al sector de la construcción, se relaciona con la creciente demanda de vivienda en las ciudades principales, lo que ha llevado a la pérdida de ecosistemas naturales y la restricción de materias primas necesarias hasta la colocación de acabados, operación y mantenimiento del inmueble una vez terminada la obra, esto se traduce en una fuerte presión a los sistemas naturales del planeta y resulta preocupante si se considera que la tendencia de la población mundial desde hace décadas es migrar de zonas rurales a zonas urbana. (Fernando et al. 2019).

Colombia, como lo menciona Tse, siendo un país en vía de desarrollo no se encuentra exenta de dicha problemática, por el contrario:

En las últimas décadas del siglo XX, el equilibrio que se mantenía con el medio ambiente, ha sido afectado, ocasionando un peligroso quebranto en los ecosistemas de carácter irreversible y lo que las comunidades indígenas tradicionalmente habían

cuidado, conservado y respetado, ahora se demuele a causa de su creciente importancia en la economía nacional (Maury 2010. P. 107).

Por otro lado, la ciudad de Bogotá no ha sido ajena a esta dinámica de degradación ambiental debido a la creciente industria de la construcción, por el contrario, es una de las principales ciudades donde mencionada problemática se ha agudizado debido al carácter de la ciudad, la cual según Fernando et al (2019) es receptora de la migración de personas de zonas rurales, tanto así que en la zona geográfica periférica de la ciudad, más sobre el sur de la capital, se encuentran una gran cantidad de familias en asentamientos catalogados como invasión, los cuales a través de los años pasan de ser espacios de ruralidad a espacios urbanos, Cortés et al (1999) expone que:

Los Cerros occidentales de la sabana de Bogotá donde se encuentra el enclave subxerofítico, han sufrido una gran presión de tipo urbanístico, lo que ha ocasionado, en cuanto al medio natural, el empobrecimiento del suelo, la desaparición de las fuentes de agua, la disminución de la cobertura vegetal nativa y la degradación de los ecosistemas naturales lo que implica una grave pérdida de los recursos naturales de este sector de la región andina. Pese a la drástica transformación del paisaje, los remanentes de vegetación que aún existen en estas localidades, guardan todavía elementos dominantes y asociados de las comunidades vegetales originales (como se cita en Beltrán 2013).

Estas problemáticas se han trasladado hasta acentuarse en lo más mínimo de la planificación de la ciudad, según Beltrán (2013):

El crecimiento de la urbanización formal e informal que se ha venido presentando en las últimas décadas, en esta zona que corresponde a la UPZ 70, sector de Jerusalén, en la localidad de Ciudad Bolívar, encuentra en este espacio abierto un referente de borde ciudad, que genera una transición del territorio con la zona rural, sector de Pasquilla (p. 12).

Dado lo anterior, la presente investigación pretende abordar dicha disyuntiva mediante la metodología de evaluación de impactos ambientales, la cual es definida por Espinoza (2001) como “un proceso singular e innovador cuya operatividad y validez como instrumento para la protección y defensa del medio ambiente está recomendado por diversos organismos internacionales” (p. 23). El siguiente apartado expondrá de manera detallada el planteamiento del problema de la presente investigación.

4. Planteamiento del problema

Como se indicó en párrafos anteriores el problema se basa en el trade off entre la construcción de viviendas y la conservación del medio ambiente; en donde, dada la rápida urbanización, esto está empeorando la contaminación del aire y el crecimiento urbano incontrolado. Asimismo, el rápido crecimiento urbano incontrolado han generado asentamientos tanto formales como informales, en donde, de manera indirecta, están convirtiendo suelo rural en suelo urbano, originando una fuerte presión sobre los sistemas naturales de un territorio ahora habitable. Por esta razón es indispensable que los próximos proyectos para dar solución al rápido crecimiento urbanístico sean cada vez más inclusivos y sostenibles, tal como lo señala el ODS #11; sin embargo, en la actualidad se siguen encontrando proyectos de renovación urbana que van en dirección contraria a estos objetivos de desarrollo. Tal es el caso del Plan Parcial Ciudad Bolívar 75 - Azoteas (PPCB-75A) ubicado en una zona de preservación ambiental catalogada así por la SDA.

El PPCB-75A, ubicado en límites de la localidad de Ciudad Bolívar y el municipio de Soacha (Cundinamarca) contempla la construcción de cerca de 14.000 viviendas de interés social (VIS) aproximadamente de 48 metros cuadrados en un área cercana a las 188.64 hectáreas, ratificada por el grupo Malkenu inicialmente bajo el Contrato 021 de 2013 como se muestra en la ilustración #1. Si bien dentro de la ficha técnica no especifica el número de habitantes a beneficiar, se estima que sean cerca de 762.000, correspondientes al número de habitantes en la localidad, y cerca de 112.700 habitantes de la UPZ 70. Según la última Encuesta Multipropósito el número de personas promedio por hogar fue de 3,2; Sin embargo, la proporción de hogares con 4 personas o más fue del 39,1%.

Imagen 1: Delimitantes iniciales PPCB - 75 A



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación

Si bien las 188.64 hectáreas en mención no serán en su totalidad para el proyecto de vivienda, se estima que el PPCB-75A será una gran obra de infraestructura similar al Plan Parcial El Ensueño (PPE), el cual tuvo como principal objetivo la construcción de un colegio público que abarcara la demanda dada la creciente urbanización en ese territorio; también se logró construir centros de atención de salud y ciudadana, grandes espacios de parques y zonas verdes, un centro comercial, grandes establecimientos de comercio, corredores viales conectados a vías principales de la ciudad y recientemente un gran teatro cultural.

Si bien es cierto que la ejecución del proyecto traería beneficios a la comunidad también se debe tener en cuenta su impacto en el medio ambiente. A diferencia del PPE, el cual solo tenía como factor de riesgo una cuenca del Río Tunjuelito, y además contaba con disponibilidad de servicios públicos y redes para la conexión del proyecto urbanístico; el PPCB-75A no cuenta con estas redes para la conexión de servicios públicos, y su territorio se encuentra en un proceso de preservación ambiental desde el año 2011.

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), está desarrollando una propuesta para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), y con él, del suelo de protección, la cual incluye la declaratoria de un área protegida bajo la categoría de Parque Ecológico Distrital de Montaña – PEDM-, localizado en uno de

los polígonos que fue parte del Área de Manejo Especial – AME- Arborizadora Alta- Ciudad Bolívar (Resolución 1197, pág. 1).

Esta propuesta fue desarrollada dada la existencia de un ecosistema subxerofítico⁷ el cual es considerado como un objeto de conservación, dada la importancia y complejidad de esta unidad⁸. Dentro de esta área se identificaron especies de aves endémicas, monumentos con altos valores culturales y arqueológicos y cerca de 57 familias, 101 géneros y 125 especies vegetales, los cuales representan altos valores naturales y, además, son fuente de investigación biológica y ecológica; Así mismo, este ecosistema se ha identificado como estratégico debido a que las especies vegetales que lo conforman tienen alto potencial para la captura de CO₂ y adaptación al cambio climático (pág. 3-5).

Dado lo anterior, la SDA expidió la Resolución 1197 de 2013 Por la cual se adoptan medidas de protección de un ecosistema, se efectúa su delimitación dentro del perímetro urbano de Bogotá D.C y se toman otras determinaciones” y “prohibir aquellas actividades antrópicas que puedan generar riesgo de desaparecer las coberturas vegetales, nativas y exóticas y la de suelos, que conlleven a la desaparición de fuentes hídricas superficiales, disminuir la infiltración de aguas o aquellas que puedan generar peligros de deslizamiento creando riesgos (pág. 24).

Posteriormente, en el año 2017 la SDA mediante la Resolución 0520 de 2017 deroga la Resolución 1197 de 2013 la cual adopta las medidas de protección y delimitación del ecosistema subxerofítico. Dicha resolución se da luego de una visita técnica realizada por la SDA con el fin de determinar las condiciones de los procesos ecosistémicos definidos en la Resolución 1197 del 2013, en donde concluyendo que:

La vegetación herbácea encontrada en la zona, está conformada en su mayoría por pequeñas pasturas invasivas de origen exótico donde la especie dominante en

⁷ **Bosques secos y muy secos (subxerofíticos):** Son ecosistemas áridos, con poca diversidad de especies. Debido a sus condiciones físicas extremas, presentan unas interesantes interacciones y adaptaciones. Se presentan bajas precipitaciones y los organismos deben tolerar periodos en los que la evaporación de la superficie del suelo y la transpiración exceden a la precipitación, ocasionando un déficit de agua. En general, estos dos bosques se caracterizan por una baja humedad relativa, escasa precipitación, intensa radiación, altas temperaturas y vientos fuertes.(Parques Nacionales)

⁸ Ver anexo 4

términos de cobertura es el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), seguido del diente de león (*Taraxacum officinale*), el trébol (*Trifolium* sp) y de forma dispersa en el área pajonales (*Stipa ichu*), así mismo, en el área localizada alrededor de la Laguna Encantada, no se observa vegetación de tipo arbustivo, se identifica la presencia de pastos invasivos, también se observa el aumento de especies macrófitas y una reducción progresiva del espejo de agua. Por otra parte, se evidencia que las coberturas anteriormente mencionadas han sido afectadas directamente por la intervención antrópica, la expansión urbana, el sobrepastoreo, la extracción de materiales de cantera y la acumulación de material orgánico e inorgánico son factores determinantes en la reducción y fragmentación de las coberturas vegetales identificadas dentro del ecosistema subxerofítico de acuerdo a lo establecido en su momento por la Resolución 1197 del 2013 (Resolución 0520, pág. 7).

Imagen 2: Delimitantes posteriores a la Resolución 1197 del 2013.



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación

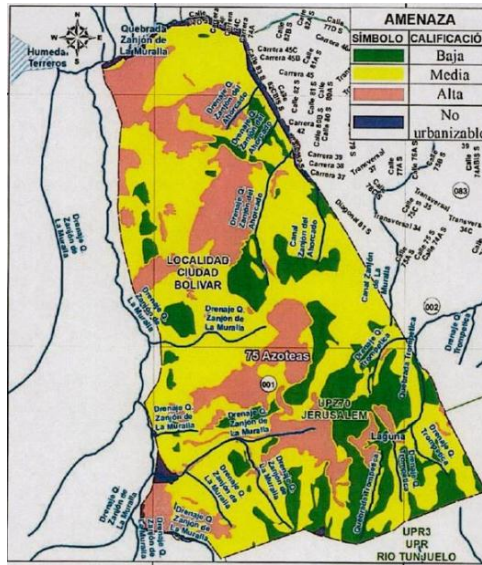
En consecuencia, y bajo estas nuevas medidas y atacando los determinantes como se muestra en la ilustración 2, en octubre del año 2018 el grupo Malkenu vuelve a presentar la propuesta del PPCB-75A, el cual, hasta recientemente se encontraba en proceso de aprobación para posteriormente ser implementado en el próximo Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

Sin embargo, recientemente la SDP expidió un documento técnico de soporte, en donde señala que no es viable el desarrollo del instrumento de planeamiento de Plan Parcial, donde en principio la Dirección de Ambiente y Ruralidad – DAR de la Secretaría Distrital de Planeación, informó a la Dirección de Planes Parciales, la condición del suelo donde se localiza el PPCB-75A mencionando lo siguiente:

En desarrollo de la formulación del Plan de Ordenamiento Territorial, se ha realizado un proceso de revisión de las determinantes ambientales asociadas a elementos de importancia ecosistémica para la ciudad, en este caso para el área de Cerro Seco. Además de tener en cuenta los antecedentes que existen en esta zona, se cruzó la cartografía de la zonificación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) del Río Bogotá con el área delimitada para el Plan Parcial “Ciudad Bolívar 75 – Azoteas, encontrando que una parte del polígono se encuentra en las zonas de Conservación y Protección Ambiental. Esta categoría incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal (SDP 2021, pp 4-5).

De igual manera el Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático definió las áreas correspondientes a los niveles de amenaza por remoción en masa del área del plan parcial.

Imagen 3: Niveles de amenaza por remoción de masa del PPCB - 75A



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación

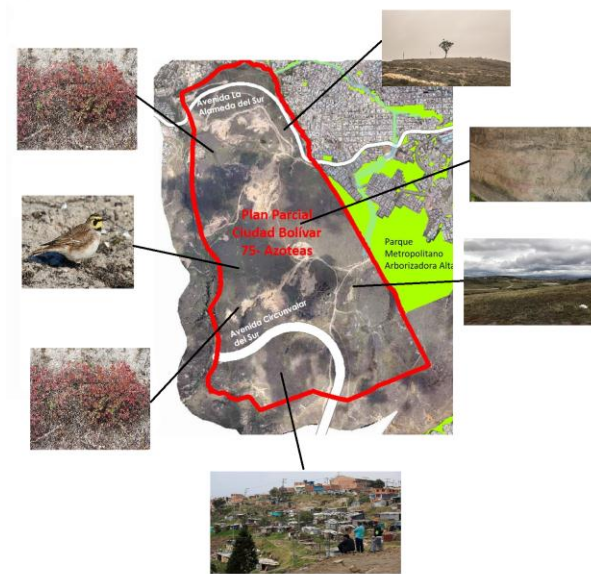
Por su parte, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) informó sobre la no factibilidad de la prestación de servicio en razón a que el subsistema de transporte existente de red matriz no tiene la capacidad para suministrar el agua al predio Las Azoteas; y no fue contemplado en el Plan Maestro de Abastecimiento y en el Plan Maestro de Red Matriz (p. 11).

Finalmente, por las razones anteriormente expuestas, donde convergen normas de superior jerarquía de tipo ambiental y de protección sobre una parte del suelo del denominado Plan Parcial Ciudad Bolívar 75 – Azoteas, las cuales según el artículo 10 de la Ley 388 de 1997 o ley de ordenamiento territorial referente a las determinantes de los planes de ordenamiento territorial constituyen normas de superior jerarquía, y la imposibilidad actual para la prestación del servicio de acueducto en la totalidad del ámbito del plan parcial se concluye técnica y urbanísticamente conforme a los conceptos anteriormente señalados, que no es factible el desarrollo del instrumento de planeamiento de Plan Parcial en dicha área. Por tal motivo, la Dirección de Planes Parciales de la Secretaría Distrital de Planeación en el marco de sus competencias señaladas en el Decreto Distrital 016

de 2013 y conforme a lo establecido por el Decreto Distrital 436 de 2006, determina eliminar la delimitación del Plan Parcial Ciudad Bolívar 75 – Azoteas (p. 15).

La siguiente imagen expresa los lugares de mayor importancia dentro del espacio delimitado del PPCB-75A, de igual manera en el Anexo 4 se encontrarán fotografías que muestran el valor que tiene para la comunidad, tanto ambiental como social estos espacios de conservación.

Imagen 4: Lugares con mayor importancia dentro del espacio delimitado



Fuente: *propia con imágenes de internet*

Ahora, si bien el reciente documento de la SDP señala que no es factible el desarrollo del PPCB-75A, dentro del mismo documento no descarta la posibilidad de que se presenten nuevos determinantes, ya que, por un lado aclara que el POMCA no modifica el régimen de actividades y/o usos permitidas(os) en las áreas del SINAP; por lo cual el POMCA no interfiere con la zonificación y régimen de usos y actividades allí permitidas. De igual manera no descarta la posibilidad de que generen redes de acueductos mencionando que: en caso de que se decida a futuro plantear un nuevo desarrollo urbanístico, se deberá reformular el Plan Maestro de Acueducto del Sistema Red Matriz de Acueducto, con el objeto de poder suministrar el agua a este sector, por lo cual deja abierta

la posibilidad de que en el futuro se generen nuevas determinantes como se hizo anteriormente (SDP 2021).

5. Hipótesis

De acuerdo con lo planteado anteriormente, la hipótesis que abordará la presente investigación se basan en que: Los beneficios generados con la implementación de PPCB-75A no compensan el impacto ambiental derivado por este proyecto, y por ende no aportan al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible #11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles).

6. Metodología

Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada, la metodología empleada en la presente investigación consistirá, en primera instancia, en la aplicación del instrumento conocido como la Matriz de Leopold, la cual fue acoplada a los factores de impacto ambiental del PPCB-75A. En segunda instancia, tomando los resultados de la Matriz de Leopold se realiza un modelo econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios de modalidad probabilística, la cual permitió estimar el impacto 1vs1 entre los factores del proyecto. Finalmente se exponen los resultados del modelo, así como el análisis de los mismos.

6.1 Matriz de Leopold

Esta metodología fue desarrollada por el Servicio Geológico del Departamento del Interior de Los Estados Unidos, inicialmente fue pensada para medir los impactos en proyectos mineros, pero posteriormente resultó útil en proyectos de construcción de obras. El objetivo de la matriz es encontrar las relaciones Causa – Efecto del proyecto a partir de una matriz que contiene 100 posibles acciones vs 88 factores ambientales susceptibles de involucrar en el proyecto. La ventaja de este método es que se pueden conocer los impactos y a la vez valorar las consecuencias que ellos tengan sobre el medio. En la Matriz de Leopold se evalúan dos aspectos centrales: La magnitud y el impacto. Para realizar la matriz se puede tomar como referencia la realizada por Leopold en 1971 y se puede elegir adaptarla al proyecto característico, como se hizo en la presente investigación.

Los valores de Magnitud e impacto asignados son valores objetivos que dependen de la experiencia y multidisciplinaria de los investigadores; Sin embargo, para la presente investigación se tuvieron en cuenta artículos periodísticos, con información detallada de biólogos, así como documentos de soportes técnicos presentados por la SDA dentro del territorio de investigación, los cuales se encuentran inmersos en las resoluciones mencionadas anteriormente. Cabe destacar que, si bien la matriz se cataloga como una carga subjetiva en las decisiones de los investigadores, los soportes técnicos anteriormente descritos minimizan esa subjetividad presente en la investigación.

Dicho esto, la presente investigación tomó *la matriz de Leopold para la evaluación de impacto ambiental*⁹ expuesta por Ponce (s.f), la cual permitió, bajo un conjunto de interacciones, realizar un análisis entre factores ambientales y acciones a realizar dentro del PPCB-75A¹⁰, gracias a esto, se logró priorizar las variables a utilizar para la evaluación de impacto bajo un modelo econométrico. Como resultado, los factores con mayor impacto fueron la calidad del aire, la calidad del agua, y las superficies; Por su parte, las acciones que sumaron mayor afectación fueron la modificación del hábitat, la pavimentación y la urbanización.

6.2 Modelo Econométrico

Una vez obtenidos los resultados de la aplicación de la Matriz de Leopold se pasó a la aplicación de un modelo econométrico teniendo como ruta la *Guía práctica para la evaluación de impacto*, realizada por Bernal & Peña (2011), la cual permite realizar una evaluación de impacto que ayuda a revelar la realidad de muchas políticas públicas, programas, planes, entre otros y que pueden afectar las decisiones por dos vías diferentes. La primera vía es la vía directa, en un esquema de presupuestos por resultados, por ejemplo, las evaluaciones inciden sobre la asignación de recursos. La segunda vía es indirecta, la cual menciona que la asignación de recursos no obedece siempre a criterios técnicos. Como han enfatizado repetidamente Buchanan y Tullock (1962), entre otros, el choque de intereses es inevitable. Muchos programas, buenos y malos, tienen defensores interesados. Las evaluaciones son un argumento insoslayable en un debate complejo, dominado frecuentemente por los intereses políticos (p. 3).

Dentro de los métodos expuestos por Bernal y Peña (2011) se encuentra la regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios, la cual permite explicar el impacto de variables dados determinados factores, esto bajo un modelo probit el cual permitió la estimación de las variables de impacto, siendo estas variables binarias. Este modelo, bajo el análisis de resultados de los efectos marginales, permitió conocer el impacto ambiental 1vs1 entre los factores y las acciones expuestas anteriormente.

⁹ Véase Anexo 1: Paso a Paso para la formulación de la Matriz de Leopold

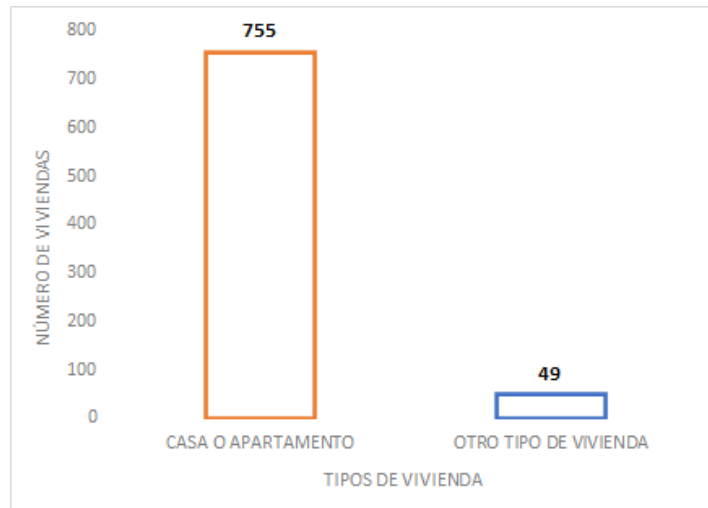
¹⁰ Véase Anexo 3: Matriz de Leopold PPCB-75A

6.3 Descripción de variables

En la priorización de variables en el desarrollo de la metodología, se tuvo en cuenta los factores de efecto directo suministrados por la Matriz de Leopold. En este orden de ideas, las variables de impacto a analizar estarán dadas por: calidad de aire, la cual recopila información del espacio territorial mediante encuestas a los hogares, los cuales determina a través de su estadía en el territorio la calidad de la misma; lo anterior está contenido en la variable *calidad_aire* la cual es de naturaleza dicotómica. Por otro lado, la variable *calidad_agua* contempla, al igual que la calidad del aire, información del espacio territorial brindada por los hogares encuestados para la determinación de su calidad.

Por su parte, para la construcción de la variable la cual contempla la construcción o el aumento de viviendas en el sector, se tuvo en cuenta en primera instancia los factores expuestos por el Gobierno Nacional con su cercanía al ODS # 11, a través del Déficit Cuantitativo de Vivienda, el cual estima la cantidad de viviendas que la sociedad debe construir o adicionar para que exista una relación uno a uno entre las viviendas adecuadas y los hogares que necesitan alojamiento. Sin embargo, dentro de la base de datos no se especifica una relación directa entre el déficit y las variables anteriormente expuestas. Por su parte, y según lo expuesto por el DANE, se tomó un subcomponente del déficit definido en la variable *tipo_vivienda*, la cual es de naturaleza dicotómica, que brinda información de orden habitacional y de vivienda de los hogares. Se destaca dicha variable dado que, con la implementación del PPCB-75A esta variable tenderá a ser mayor, ya que el número de hogares consolidados en el tipo de vivienda (casa o apartamento) aumentará. A continuación, se presenta de manera gráfica el número de hogares con vivienda tipo casa o apartamento.

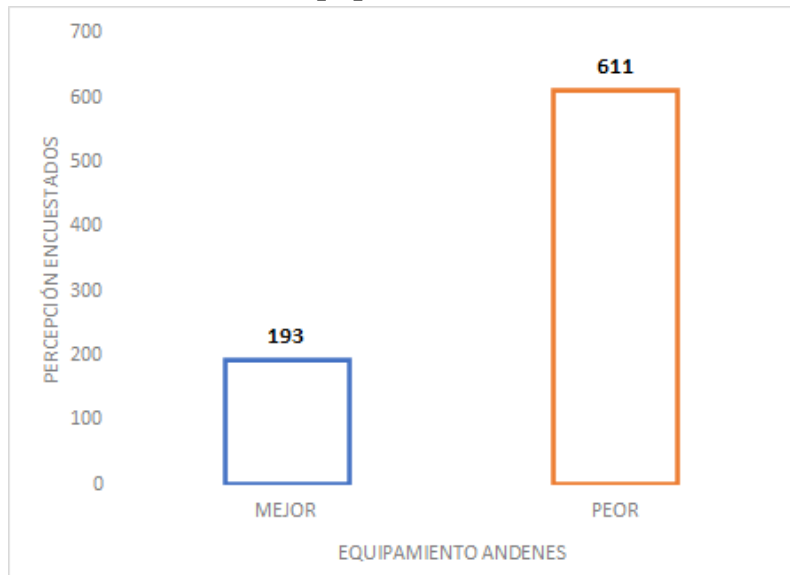
Ilustración 1: Tipo de vivienda UPZ 70



Fuente: Elaboración propia, Datos EM.

De igual manera, se empleó la variable *equipamiento_andenes*, de naturaleza dicótoma, la cual describe una característica importante de la construcción de infraestructura, esta variable brinda información de los cambios dado el equipamiento de andenes alrededor de los hogares. De igual manera, esta variable fue tomada para medir el impacto del aumento del equipamiento de andenes o corredores dentro del territorio establecido dado el impacto generado en la Matriz de Leopold. A continuación, se presenta de manera gráfica el equipamiento de los andenes dentro del sector.

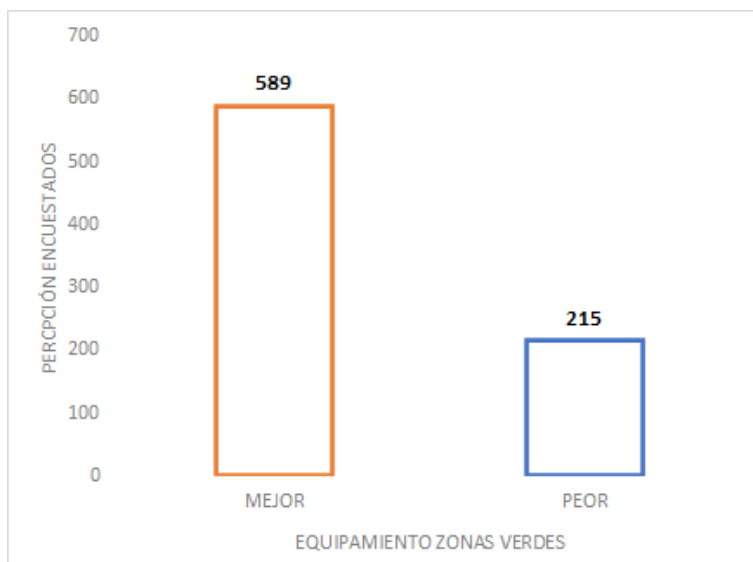
Ilustración 2: Equipamiento Andenes UPZ 70



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se incluyó la variable *equipamiento_zonasverdes*, de naturaleza dicótoma. Esta variable fue tomada para medir el impacto de la influencia de las zonas verdes con respecto a la calidad del aire y la calidad del agua dentro del territorio encuestado dada la importancia de los espacios de conservación para la zona. A continuación, se presenta de manera gráfica el equipamiento de zonas verdes dentro del territorio establecido.

Ilustración 3: Equipamiento Zonas Verdes UPZ 70



Fuente: Elaboración propia.

Por último, se relaciona la tabla de estadísticas descriptivas de las variables empleadas, las cuales contienen la media, desviación estándar, así como los mínimos y máximas de los datos de cada variable independiente.

Tabla 1: Estadísticas descriptivas de las variables empleadas

Variable	Obs	Mean	Std.Dev.	Min	Max
<i>tipo_vivienda</i>	804	.93906	.23938	0	1
<i>equipamiento_andenes</i>	804	.24005	.42738	0	1
<i>equipamiento_zonasverdes</i>	804	.73259	.44289	0	1

Fuente: Cálculos propios, Stata 14.

6.4 Fuente de información

Para analizar el impacto ambiental de la construcción de vivienda mediante el PPCB-75A y el espacio geográfico catalogado como espacio de conservación ambiental, se empleó la información contenida en la Encuesta Multipropósito 2017, realizada por el

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). La encuesta suministró información básica en base a la situación socioeconómica, ambiental, habitacional y de vivienda de los hogares en Bogotá y 37 municipios de Cundinamarca. Esta versión, en comparación con las aplicadas en los años 2011 y 2014 aumentó la desagregación de Bogotá a nivel de UPZ y recopiló información para las áreas rurales en la ciudad.

6.5 Desarrollo del Modelo Econométrico

Después de haber identificado las variables de tratamiento, se inició el método de estimación mediante un modelo probit con efectos marginales de elasticidad, este método permitió estimar el cambio en la probabilidad de ocurrencia de un evento que se analiza, en este caso el PPCB-75A. De igual forma los efectos marginales de elasticidad permiten estimar que: si la variable x incrementa en 1%, tiene un $y\%$ de probabilidad de ser afectado tanto positivamente como negativamente.

Acto seguido, se construyó la especificación para calcular la probabilidad de que la calidad de (aire/agua) pueda ser afectada por la implementación del PPCB-75A; la cual se presenta a continuación:

$$\text{Probabilidad de afectación en la calidad (aire/agua)} = G(\beta_0 + \beta_1 \text{tipo_vivienda} + \beta_2 \text{equipamiento_andenes} + \beta_3 \text{equipamiento_zonasverdes})$$

Donde:

- Probabilidad de afectación en la calidad (aire/agua): es una variable que oscila entre 0, afecta negativamente la calidad del (aire/agua); y 1, afecta positivamente la calidad de (aire/agua). Su resultado depende de las variables independientes seleccionadas.
- (G) es una función que asume valores estrictamente entre cero y uno para todos los números reales z .
- Tipo de vivienda: Indica si la vivienda de los hogares encuestados es de tipo casa o apartamento.

- Equipamiento de andenes: identifica si los hogares presentan un buen equipamiento en los andenes y su entorno.
- Equipamiento de zonas verdes: identifica si los hogares presentan un buen equipamiento de zonas verdes y su entorno.

La tabla 2 presenta el resumen de la salida del modelo probit estimado en el programa econométrico *Stata*. De igual forma, se destaca que el nivel de significancia de las variables asociadas dentro del modelo probit estimado fueron concluyentes para establecer la pertinencia con respecto a la variable de impacto.

Tabla 2: Resumen de los efectos marginales del modelo probit estimado

Variable	ey/ex (aire)	ey/ex (agua)
<i>Tipo_vivienda</i>	-0.2724 (0.1692)	-0.1748 (0.1315)
<i>Equipamiento_andenes</i>	-0.0751 (0.0166)	-0.1027 (0.0343)
<i>Equipamiento_zonasverdes</i>	0,1217 (0.0968)	0.0007 (0.0797)

Fuente: Cálculos propios, Stata 14

6.6 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos del modelo econométrico indican, con respecto a la calidad del aire que: si los hogares aumentan en 1%, las viviendas de tipo casa o apartamento dentro del sector, tiene un 27.24% de probabilidad de que la calidad del aire se vea afectada negativamente. Este resultado es consecuente con lo expresado por Maury (2010) donde “la atribución de superficies en el marco de planes de zoneamiento es un aspecto primordial desde el punto de vista ecológico de los proyectos de construcción de viviendas, al igual que la densidad de construcción porque cuanto mayor sea la densidad, menos espacio libre quedará para zonas verdes, árboles u otra vegetación. Este hecho tiene repercusiones sobre el clima local, la hidrología y la calidad del aire” (p. 03).

Por su parte, si los equipamientos de andenes, que corresponden mínimamente a un crecimiento en la infraestructura del sector aumentan en 1%, la probabilidad de afectación negativa sobre la calidad del aire es de un 7.51%; congruente por lo expuesto igualmente por Maury líneas atrás. Por su parte, si el equipamiento de zonas verdes aumenta en 1%, tiene un 12.17% de probabilidad de verse afectada positivamente. Consecuente con lo expuesto por Maury (2010), el cual menciona que “La creación de zonas verdes es un medio eficaz para mejorar la situación ambiental de las áreas urbanizadas, sobre todo en los climas cálidos y húmedos” (p. 4).

Ahora bien, considerando la calidad del agua, otra de las variables de impacto, los resultados del modelo indican que: si los hogares aumentan sus viviendas en 1%, en viviendas tipo casa o apartamento dentro del sector, tiene un 17.48% de probabilidad de que la calidad del agua se vea afectada negativamente. Por su parte, con respecto al equipamiento de andenes, si este aumenta en un 1%, la probabilidad de afectación hacia la calidad del agua es de un 10.27% negativo. A su vez, si el equipamiento de zonas verdes aumenta en un 1%, la probabilidad de ser afectada la calidad del agua es de un 0.007% positivo.

Los resultados anteriores son lógicos si se tiene en cuenta que los procesos estipulados al momento de proyectar y construir obras civiles, producen consecuencias muy grandes y directas sobre el entorno y repercuten en agudizar la actual y futura crisis ambiental. Además, la construcción de viviendas no se limita a la provisión de espacio habitable, sino que incluye también la adopción de medidas de protección del medio ambiente como las que se mencionaron líneas atrás.

7. Conclusiones y Recomendaciones

Efectivamente la construcción del PPCB-75A afecta de manera significativa el medio ambiente, un incremento en el área construida dentro del sector denominado como Cerro Seco conlleva al deterioro del gran espacio ambiental que yace en el sur de la ciudad. Cabe recordar que el ecosistema subxerofítico del sector se ha identificado como estratégico debido a que las especies vegetales que lo conforman tienen alto potencial para la captura de CO₂ y adaptación al cambio climático. Además, el sector contiene altos valores arqueológicos, culturales y religiosos, los cuales serían afectados de manera permanente.

Por su parte, los beneficios en términos de construcción de vivienda, los cuales conllevarían a la construcción de las 14.000 viviendas y de igual formar grandes proyectos de infraestructura no compensan este impacto, ya que, aunque se reduce el déficit de vivienda, no se garantiza que la vivienda sea digna para los hogares que lo habitan, ya que, si se tiene en cuenta lo expuesto en párrafos anteriores, las viviendas a construir son de aproximadamente 48 metros cuadrados, por otro lado el número de personas promedio por hogar es de 3,2 según la última Encuesta Multipropósito y la proporción de hogares con 4 personas o más es del 39,1%. A simple vista se puede observar que si bien se está cumpliendo con la dotación de viviendas del proyecto, se puede considerar que no son dignas para los hogares de acuerdo a su área y su promedio de personas por hogar, la cual es alta.

De acuerdo con lo anterior, la construcción del PPCB-75A no aporta al cumplimiento al cumplimiento del ODS # 11, ya que no cumple con las condiciones de sostenibilidad ni inclusividad para el bienestar de la comunidad residente en este sector de la capital.

En cuanto a lo expuesto por el Gobierno Nacional dentro del documento del CONPES, en donde el objetivo central de dicha política es fortalecer el sistema de ciudades como motor de crecimiento del país; se evidencia que en cuanto al apartado de sostenibilidad ambiental, con respecto a los resultados de impacto del modelo, no se está dando cumplimiento a las políticas para la planificación de las ciudades. Cabe destacar que

dentro del documento CONPES el Gobierno Nacional propuso integrar la planificación ambiental con el sistema urbano teniendo en cuenta las características propias de cada territorio considerando así la importancia de preservar los ecosistemas estratégicos del país.

En cuanto a recomendaciones, En primera instancia, se recomienda continuar con la investigación, con el objetivo de establecer una mayor gama de impactos que pueda tener la implementación del Plan Parcial 75 - Azoteas, esto con el fin de reducir las externalidades ambientales.

Asimismo, se sugiere a la alcaldía local de Ciudad de Bolívar, tenga en cuenta esta evaluación de impacto ambiental en el momento de los debates en los diferentes escenarios de participación ciudadana como son, los encuentros ciudadanos en sus diferentes etapas, al igual en los escenarios de participación que se abran debido a la implementación del primer Programa de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) urbano en el país. Esto con el fin de priorizar las líneas de inversión en el territorio basados en investigaciones académicas.

Por otra parte, se sugiere a la alcaldía distrital y local, así como a la CAR de Cundinamarca junto al Ministerio de Ambiente y la Secretaria de Hábitat, adelantar proyectos que mejoren los sistemas de información estadística en materia ambiental, que permitan realizar evaluaciones de impacto ambiental, y de esta manera poder formular proyectos que materialicen las metas del ODS número 11.

8. Bibliografía

- Arboleda, J (2008). *El manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*.
- Beltrán, I (2013). *Evaluación de la viabilidad para la declaratoria de una área protegida en el sector de Arborizadora Alta - Ciudad Bolívar Bogotá D.C.*
- Cleveland, C.J. 1999. *Biophysical Economics: From Physiocracy to Ecological Economics and Industrial Ecology*. In *Bioeconomics and Sustainability: Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen, J. Gowdy and K. Mayumi*, Eds. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, England): 125-154.
- Collins, W., & Shester, K. (2012). *Slum clearance and urban renewal in the United States*. *American Economic Journal: Applied Economics*, American Economic Association.
- Coria, I (2008). *El estudio de impacto ambiental: características y metodologías*.
- Coase, R., (1960). *The problem of social cost*. *The journal of law economics*, (III)
Recuperado de: <https://www.law.uchicago.edu/files/file/coase-problem.pdf>
- Espinoza, G (2001). *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*.
- Fernando, José y Zambrano, Kerly y Zambrano, Carlos y Zambrano, Limber y Valdiviezo, Brando y Rodríguez, Yoffre (2019). *Impacto ambiental de las construcciones civiles*.
- IDEAM (2019). *Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (GEI)*.
- Levin, H. (1997). *Systematic evaluation and assessment of building environmental performance (SEABEP)*.
- Malthus, T. (1778). *Ensayo sobre el principio de la población*.
- Maury, Augusto (2010). *Construcción y Medio Ambiente*.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. Macmillan and Company.
- Marx, K. (1867). *El capital. Crítica de la Economía política*.
- ONU (2019). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. Recuperado de: <https://bit.ly/3tKoj7b>
- Ossa, Melisa y Burgos, Javier y Castro Raúl (2016). *Impactos económicos de proyectos de renovación urbana en Bogotá: un análisis a partir de los multiplicadores de la SAM 2010*.
- Pearce, D. & Turner (1990). *Economía de los Recursos Naturales y Ambientales*.

- Pigou, A. (1920). *The economics of the welfare*. Macmillan: London, England.
- Ponce, V (s.f). *La matriz de Leopold para la evaluación de impacto ambiental*.
- Ricardo, D. (1817). *Principios de Economía y Tributación*.
- Roman, M (2013). *Teoría Económica y Ciencias Ambientales. Un recorrido histórico de los fisiócratas a los institucionalistas*. Buenos Aires, Argentina.
- Sánchez, G (Junio 10, 2019). *Cerro Seco, el paraíso ecológico que rodea el sur de la capital*. *Publímetro*. Recuperado de: <https://bit.ly/2RDm1Jw>
- Secretaría Distrital de Planeación. *Ciudad Bolívar 75 - Azoteas*. Recuperado de: <https://bit.ly/3o53Ati>
- Secretaría Distrital de Planeación. *Documento Técnico de Soporte. Delimitación de Planes Parciales de Desarrollo (2015)*. Recuperado de: <https://bit.ly/3tCFxmA>
- Secretaría Distrital de Planeación. *Planeación Territorial*. Recuperado de: <https://bit.ly/2Q6e9Qf>
- Secretaría Distrital de Ambiente. *Resolución 0520 de 2017*. Recuperado de: <https://bit.ly/2SJ1ELx>
- Secretaría Distrital de Ambiente. *Resolución 1197 de 2013*. Recuperado de: <https://bit.ly/3eCp3XG>
- Smith, A. (1776). *Naturaleza y causa de la riqueza de las naciones*.
- Stiglitz, J. (2000). *La economía del sector público*. Barcelona, España: Antoni Bosch Editors.
- Tse, R (2001). *The implementation of EMS in construction firms: case study in Hong Kong*. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*.
- Urruti, Miguel (2011). *Democracia y Crecimiento Económico en Colombia 1958-2000*.
- Wunder, S (2005). *Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales*.

9. Anexos

Anexo 1: Construcción de la matriz de Leopold

I. Construcción de la matriz: Se construye la matriz de doble entrada colocando las ASPI en las filas y las FARI en las columnas.

II. Identificación de interacciones existentes: entre las ASPI y las FARI; para ello se toma la primera acción y se va examinando si tiene relación con cada uno de los FARI; donde se determine que existe interacción se traza una línea diagonal en la celda, para indicar que allí hay un impacto ambiental. Se continúa este procedimiento hasta barrer toda la matriz.

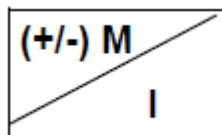
III. Evaluación individual de las interacciones: Para la evaluación de las interacciones marcadas se utilizan tres parámetros descritos a continuación.

Clase: Indica el tipo o sentido de las consecuencias del impacto (positivas o benéficas (+) o negativas o perjudiciales (-).

Magnitud (M): Corresponde al grado o nivel de alteración que sufre el factor ambiental a causa de una acción del proyecto (se califica con 1 la alteración más baja y con 10 la alteración más alta, pudiendo asignarse calificaciones intermedias). Este criterio evalúa los cambios en las variables o condiciones propias o intrínsecas del factor.

Importancia (I): Evalúa el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del ambiente que puede ser afectado por el proyecto. Este criterio evalúa otras consideraciones extrínsecas al factor analizado, como el valor del mismo dentro del entorno afectado, la importancia para la comunidad... También se considera como el valor ponderal que da el peso relativo del impacto y hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio y a la extensión o zona territorial afectada durante un tiempo determinado.

Estos criterios se evalúan para cada interacción marcada y los resultados se colocan dentro de la celda que se está analizando de la siguiente manera.



IV. Análisis de resultados:

Por último, se debe hacer un

análisis de calificaciones obtenidas con base en un análisis numérico de las filas y las columnas, de donde se pueden concluir cosas como las siguientes:

- Las acciones ambientales que causaron un mayor impacto y de qué tipo
- Los factores ambientales que reciben mayor impacto y de qué forma
- El número de impactos positivos y negativos
- La calificación global de los impactos negativos y positivos del proyecto
- El ordenamiento de los impactos.

Anexo 2: Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para uso con la matriz de Leopold.

IMPACTOS NEGATIVOS					
MAGNITUD			IMPORTANCIA		
INTENSIDAD	AFECTACIÓN	CALIFICACIÓN	DURACIÓN	INFLUENCIA	CALIFICACIÓN
BAJA	BAJA	-1	CORTO PLAZO	PUNTUAL	1
BAJA	MEDIA	-2	MEDIANO PLAZO	PUNTUAL	2
BAJA	ALTA	-3	LARGO PLAZO	PUNTUAL	3
MEDIA	BAJA	-4	CORTO PLAZO	LOCAL	4
MEDIA	MEDIA	-5	MEDIANO PLAZO	LOCAL	5
MEDIA	ALTA	-6	LARGO PLAZO	LOCAL	6
ALTA	BAJA	-7	CORTO PLAZO	REGIONAL	7
ALTA	MEDIA	-8	MEDIANO PLAZO	REGIONAL	8
ALTA	ALTA	-9	LARGO PLAZO	REGIONAL	9
MUY ALTA	ALTA	-10	LARGO PLAZO	NACIONAL	10

Fuente: Elaboración propia.

IMPACTOS POSITIVOS	
MAGNITUD	IMPORTANCIA

INTENSIDAD	AFECTACIÓN	CALIFICACIÓN		DURACIÓN	INFLUENCIA	CALIFICACIÓN
BAJA	BAJA	1		CORTO PLAZO	PUNTUAL	1
BAJA	MEDIA	2		MEDIANO PLAZO	PUNTUAL	2
BAJA	ALTA	3		LARGO PLAZO	PUNTUAL	3
MEDIA	BAJA	4		CORTO PLAZO	LOCAL	4
MEDIA	MEDIA	5		MEDIANO PLAZO	LOCAL	5
MEDIA	ALTA	6		LARGO PLAZO	LOCAL	6
ALTA	BAJA	7		CORTO PLAZO	REGIONAL	7
ALTA	MEDIA	8		MEDIANO PLAZO	REGIONAL	8
ALTA	ALTA	9		LARGO PLAZO	REGIONAL	9
MUY ALTA	ALTA	10		LARGO PLAZO	NACIONAL	10

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Matriz de Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD

ACCIONES

PLAN PARCIAL CIUDAD BOLÍVAR AZOTEAS - 75

COMPONENTES	FACTORES AMBIENTALES		PLAN PARCIAL CIUDAD BOLÍVAR AZOTEAS - 75													
			MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT	ALTERACIÓN DEL FLUJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA	PAVIMENTACIÓN	RUIDO Y VIBRACIONES	URBANIZACIÓN	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN, GASODUCTOS Y CORREDORES	MAQUINARIA Y TRANSPORTE DE CARGA	PROMEDIOS POSITIVOS	PROMEDIOS NEGATIVOS	PROMEDIOS ARITMÉTICOS	IMPACTO POR SUBCOMPONENTE	IMPACTO POR COMPONENTE	IMPACTO TOTAL DEL PLAN PARCIAL	
CARACTERIS	TIERRA	SUELOS	-8	-5	-8	-5	-7	-5	-6	21	-44	-132	-411	-966	-1229	

TICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS			3	3	3	3	3	3	3	3									
		FORMAS DEL TERRENO	-8	-3	-8	-5	-7	-5	-6			21	-42	-126					
			3	3	3	3	3	3	3	3									
		CONDICIONES FÍSICAS ÚNICAS	-9	-5	-7	-4	-6	-5	-6			24	-42	-153					
			6	3	3	3	3	3	3	3									
	AGUA	SUPERFICIAL	-8	-4	-5	-1	-6	-2	-6			23	-32	-119	-283				
			6	3	3	2	3	3	3	3									
		SUBTERRÁNEA	-5	-8	-2	-1	-4	-6	-3			19	-29	-81					
			2	3	3	2	3	3	3	3									
		CALIDAD DEL AGUA	-6	-7	-2	-1	-5	-4	-3			20	-28	-83					
		3	3	3	2	3	3	3	3										
ATMÓSFERA	CALIDAD DEL AIRE	-5	-2	-5	-2	-2		-6			15	-22	-60	-60					
		3	2	3	2	2			3										

	PROCESOS	AVENIDAS	-4		-3				-2				-4		-5		11	-18	-41	-212	
				4		1				2				2		2					
		COMPACTACIÓN Y ASENTAMIENTO	-6		-5		-4		-4		-7		-4		-3			18	-33	-89	
				4		2		3		2		3		2		2					
		ESTABILIDAD DE TALUDES	-6		-6		-5		-6		-5		-4					15	-32	-82	
				5		2		1		2		3		2							
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	ARBUSTOS	-8		-2		-2				-6			-4			13	-22	-56	-261	-328
				3		3		3				2			2						
		PASTOS	-8		-2		-4				-6				-4			13	-24	-62	
				3		3		3				2				2					
		MICROFLORA	-8		-2		-5				-6				-4			13	-25	-65	
				3		3		3				2				2					
	CORREDOR	-5		-2		-5				-4		-3		-4			19	-23	-78		

		ES		7		3		3			2		2		2							
	FAUNA	AVES	-9		-1		-5		-3		-5				-3		15	-26	-67	-67		
				3		3		3		2		2			2							
FACTORES CULTURALES	USO DE LA TIERRA	MICROFAUNA	-5		-3		-5		-1		-5				-4		15	-23	-59	-59	-408	
				3		3		3		2		2				2						
	RECREACIÓN	BOSQUE ENANO	-8		-2		-2					-6				-4		13	-22	-56		-71
				3		3		3				2				2						
		CAMINATAS	-3				-2											6	-5	-15		
				3				3														
	INTERES ESTETICO Y HUMANO	SALIDAS DE CAMPO	-3				-2											6	-5	-15		-278
				3				3														
CALIDAD DE ESPACIO ABIERTO		-8				-2					-7				-3		10	-20	-54			
			3				3				3				1							

		DISEÑO DEL PAISAJE	-8				-4				-7				-3		10	-22	-60			
				3				3				3			1							
		ECOSISTEMA ÚNICO	-9		-2		-5		-2		-8		-4		-5		22	-35	-125			
				6		3		3		2		3		3		2						
		SITIOS Y OBJETOS HISTÓRICOS O ARQUEOLÓGICOS	-8														3	-8	-24			
				3																		
SOCIOECONÓMICO	POBLACIÓN	SALUD	-2						-5		-1				-2		6	-10	-17	51	473	
				1						2		1				2						
		MOVILIDAD	6				9									-2		11	13	68		
				3				6										2				
	ECONOMÍA	GENERACIÓN DE EMPLEO	9				9				10		9		10		23	47	217	422		
				4				4				5		5		5						

		VIVIENDA	9			8		-2		10		9			24	34	205			
				6			6		1		6		5							
PROMEDIOS POSITIVOS			99	49	77	32	61	39	52	409										
PROMEDIOS NEGATIVOS			-133	-64	-63	-44	-90	-28	-76								-498			
PROMEDIOS ARITMÉTICOS			-474	-173	-119	-100	-178	-33	-152											-1229

Fuente: Elaboración propia

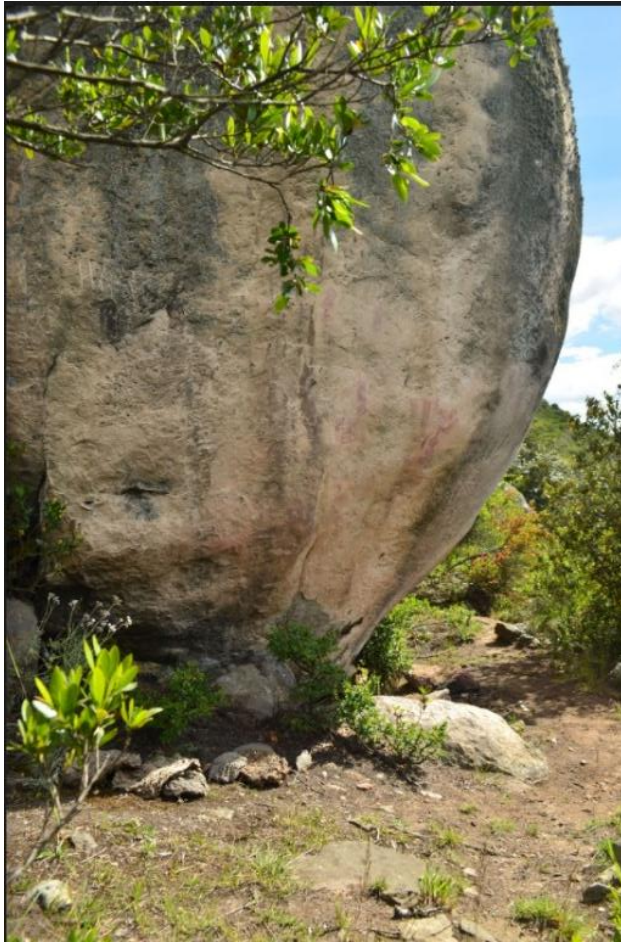
Anexo 4: Fotografías¹¹

- Entrada, Laguna Encantada



¹¹ Fotografías sin fuente corresponden a los investigadores

- Espacios Arqueológicos



- Palo de la vida o Palo del ahorcado, espacio patrimonio religioso y cultural (Fuente: residentes de la localidad)

