



Institución
Universitaria
Reacreditada en Alta Calidad

Innovación Tecnológica con
Sentido Humano

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ORGANIZACIONES
**Análisis de variables estratégicas para la estimación del
incentivo en un esquema de pago por servicios
ambientales para predios privados en zonas urbanas**

Modalidad de trabajo Profundización

Erika Yohanna Echeverri Herrera

Directora:

Diana Carolina Ríos Echeverri

Magíster en Ingeniería de Sistemas

Línea de Investigación – Gestión Organizacional

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MEDELLÍN, COLOMBIA

2020

Análisis de variables estratégicas para la estimación del incentivo en un esquema de pago por servicios ambientales para predios privados en zonas urbanas

Erika Yohanna Echeverri Herrera

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Gestión de Organizaciones

Directora:

Magíster en Ingeniería de Sistemas Diana Carolina Ríos Echeverri

Línea de Investigación – Gestión Organizacional

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MEDELLÍN, COLOMBIA**

2020



A mi madre porque me enseñó principios, valores y me direccionó a ser la persona que soy en la actualidad y a mis hermanos por apoyarme en todo momento. Ustedes me ayudaron a obtener este logro con la motivación proporcionada día tras día.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, gracias a Dios por permitirme cumplir este sueño y superar todos los retos presentados a lo largo del camino, gracias a mi madre Stella Herrera Valencia y mis hermanos Daniela y Juan Esteban Echeverri porque me acompañaron en este proceso motivándome cada día.

Quiero expresar mi más sincera gratitud a mi directora de grado Diana Carolina Ríos Echeverri y a la profesora Luisa Fernanda Diez Echavarría por su asesoría, comprensión y dedicación en este trabajo, gracias a ustedes fue posible la consecución de los objetivos planteados.

También agradezco al Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Subdirección Ambiental, y especialmente a la ingeniera Claudia Hoyos por abrirme las puertas para realizar el presente trabajo y proporcionarme la información requerida, sin ustedes no hubiese sido posible obtener estos resultados.

Gracias al ITM por permitirme formarme en esta maestría y adquirir el conocimiento suficiente para cumplir este logro.

RESUMEN

Los Pagos por Servicios Ambientales – PSA promueven la conservación de ecosistemas estratégicos a partir de instrumentos económicos que incentivan a los proveedores de servicios ambientales a garantizar un suministro sostenible de los mismos (Wunder, 2015). Los PSA son utilizados ampliamente en el contexto rural, recientemente, autores como Richards & Thompson (2019) han sugerido que sean implementados en zonas urbanas. En el Valle de Aburrá, el esquema urbano está en proceso de diseño y no existe un marco de actuación guía para su funcionamiento, por lo cual, es necesario un análisis amplio de variables clave o estratégicas que sirva como base para estimar el pago que se daría a propietarios de predios donde se implementaría el PSA urbano. El objetivo de este trabajo es plantear un esquema de análisis para la identificación de variables que son determinantes en la estimación del incentivo para predios privados en zonas urbanas. Para su cumplimiento, se seleccionará un subconjunto homogéneo de predios privados del Valle de Aburrá, las variables clave serán identificadas con base en la revisión de literatura, del análisis de la actividad económica que podría ser desarrollada en el área de interés y de la estimación del costo de oportunidad para los propietarios de los predios privados. La identificación y el análisis de las variables clave mediante el análisis estructural MICMAC servirá de base para la propuesta futura de un método de estimación del pago para propietarios de predios en áreas urbanas, siendo la base para cumplir con los objetivos de un proyecto de investigación docente, en el que se enmarca este trabajo de grado.

Palabras clave: Pagos por Servicios Ambientales (PSA), incentivo, costo de oportunidad, zona urbana, predios privados.

ABSTRACT

Payments for Environmental Services (PES) promote the conservation of strategic ecosystems through economic instruments that encourage environmental service providers to ensure sustainable supply of services (Wunder, 2015). PES are widely used in the rural context, and recently, authors such as Richards & Thompson (2019) have suggested that they be implemented in urban areas. In el Valle de Aburrá, the urban scheme is in the process of being designed and there is no guiding framework for its operation, so a broad analysis of strategic variables is needed to serve as a basis for estimating the payment that would be given to landowners where urban PES would be implemented. The objective of this work is to propose a scheme of analysis for the identification of variables that are determinant in the estimation of the incentive for private properties in urban areas. In order to fulfill this objective, a homogeneous subset of private properties in el Valle de Aburrá will be selected, and key variables will be identified based on the literature review, the analysis of the economic activity that could be developed in the area of interest, and the estimation of the opportunity cost for private property owners. The identification and analysis of the key variables through the MICMAC structural analysis will serve as a basis for the future proposal of a method of payment estimation for landowners in urban areas, being the basis to fulfill the objectives of an educational research project, in which this degree work is framed.

Keywords: Payments for Environmental Services (PES), incentive, opportunity cost, urban area, private land.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
Antecedentes	16
Justificación	20
Descripción del problema	23
Preguntas de Investigación	24
OBJETIVOS	25
Objetivo General	25
Objetivos Específicos.....	25
1. Capítulo 1: Marco conceptual: esquemas PSA y costo de oportunidad.....	26
1.1 Los esquemas de pagos por servicios ambientales - PSA	26
1.2 El costo de oportunidad	29
2. Capítulo 2: Identificación de variables clave determinantes en la estimación del incentivo para un esquema urbano de pagos por servicios ambientales.....	34
2.1 Identificación de variables clave mediante análisis estructural	34
2.2 Metodología para la identificación de variables clave.....	37
2.2.1 Fase 1: Análisis estructural con la herramienta MICMAC	37
2.2.2 Fase 2: Refinamiento de la categorización de variables	42
2.3 Resultados	43
3. Capítulo 3: Análisis del sistema de gestión y de la organización territorial	49
3.1 Relaciones entre variables del sistema de organización territorial mediante diagramas de influencia	49

3.2 Metodología para establecer relaciones entre las variables: diagrama de influencia y causal	51
3.2.1 Diagrama de influencia	51
3.2.2 Diagrama causal.....	52
3.3 Resultados	52
4. Capítulo 4: Caso base: estimación de costo de oportunidad en área urbana	62
4.1 Estimación del costo de oportunidad	62
4.2 Metodología propuesta para estimación del costo de oportunidad	63
4.3 Resultados	67
5. Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones	74
5.1 Conclusiones.....	74
5.2 Recomendaciones	76
Referencias	77
Anexo A. Identificación de variables que influyen en incentivo del esquema PSA urbano	86
Anexo B. Conjunto final de variables para calificar mediante la matriz MICMAC	95
Anexo C. Clasificación de los tratamientos urbanos	102

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Los diferentes tipos de variables en los planos de influencia y dependencia	36
Figura 2. Plano de influencia y dependencia	40
Figura 3. Realización de cortes en el plano de influencia y dependencia	41
Figura 4. Identificación de variables clave	42
Figura 5. Calificación de variables MICMAC	46
Figura 6. Plano Influencia – Dependencia variables PSA.....	47
Figura 7. Categorización de las variables MICMAC.....	48
Figura 8. Notación del diagrama de influencia	51
Figura 9. Parte 1 diagrama de influencia variables claves en el pago o incentivo por participar en un PSA urbano	53
Figura 10. Parte 2 diagrama de influencia variables claves en el pago o incentivo por participar en un PSA urbano	57
Figura 11. Parte 3 diagrama de influencia variables claves en el pago o incentivo por participar en un PSA urbano	58
Figura 12. Diagrama de influencia variables claves en el pago o incentivo por participar en un PSA urbano.....	60
Figura 13. Diagrama causal en el Pago o incentivo por participar en un PSA	61
Figura 14. Margen neto medido como [Ganancias/Pérdidas / Ingresos operacionales], ROE como [Ganancias/Pérdidas / Patrimonio] y ROA [Ganancias/Pérdidas /Activo]	63
Figura 15. Esquema metodológico del cálculo del costo de oportunidad	66

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Inventario de variables.....	38
Tabla 2. Matriz de doble entrada.....	39
Tabla 3. Resumen calificación de variables	40
Tabla 4. Definiciones de las variables	44
<i>Tabla 5. Descripción predio 1</i>	<i>67</i>
Tabla 6. Cálculo costo de oportunidad predio 1.....	67
Tabla 7. Descripción predio 2	68
Tabla 8. Cálculo costo de oportunidad predio 2.....	69
Tabla 9. Descripción predio 3	70
Tabla 10. Cálculo costo de oportunidad predio 3.....	70
Tabla 11. Descripción predio 4	71
Tabla 12. Cálculo costo de oportunidad predio 4.....	72

RESUMEN

Los Pagos por Servicios Ambientales – PSA promueven la conservación de ecosistemas estratégicos a partir de instrumentos económicos que incentivan a los proveedores de servicios ambientales a garantizar un suministro sostenible de los mismos (Wunder, 2015). Los PSA son utilizados ampliamente en el contexto rural, recientemente, autores como Richards & Thompson (2019) han sugerido que sean implementados en zonas urbanas. En el Valle de Aburrá, el esquema urbano está en proceso de diseño y no existe un marco de actuación guía para su funcionamiento, por lo cual, es necesario un análisis amplio de variables clave o estratégicas que sirva como base para estimar el pago que se daría a propietarios de predios donde se implementaría el PSA urbano. El objetivo de este trabajo es plantear un esquema de análisis para la identificación de variables que son determinantes en la estimación del incentivo para predios privados en zonas urbanas. Para su cumplimiento, se seleccionará un subconjunto homogéneo de predios privados del Valle de Aburrá, las variables clave serán identificadas con base en la revisión de literatura, del análisis de la actividad económica que podría ser desarrollada en el área de interés y de la estimación del costo de oportunidad para los propietarios de los predios privados. La identificación y el análisis de las variables clave mediante el análisis estructural MICMAC servirá de base para la propuesta futura de un método de estimación del pago para propietarios de predios en áreas urbanas, siendo la base para cumplir con los objetivos de un proyecto de investigación docente, en el que se enmarca este trabajo de grado.

Palabras clave: Pagos por Servicios Ambientales (PSA), incentivo, costo de oportunidad, zona urbana, predios privados.

INTRODUCCIÓN

En Colombia y el mundo entero las actividades humanas insostenibles, la sobreexplotación de recursos naturales y de especies se encuentran en riesgo, la pérdida de los bosques ha ocasionado que el cambio climático se haya acelerado (Semana, 2020) y que se generen otras amenazas para la población como la afectación en la calidad del agua y los alimentos, la exposición a fenómenos meteorológicos extremos, enfermedades infecciosas, entre otras (Semana Sostenible, 2020), razón por la cual Colombia debe crear e implementar estrategias que detengan la desaparición de los bosques y que, a través del tiempo sean perdurables.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, como ente articulador de los 10 municipios que la conforman, propende por la preservación de ecosistemas estratégicos para la conservación de servicios ecosistémicos, y ha implementado la estrategia de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en el contexto rural, el cual consiste en compensar mediante incentivos a los propietarios de los predios que decidan acogerse al programa para proteger y preservar los terrenos. Según el decreto 0953 de 2013, para calcular el incentivo se disponen de dos métodos, el beneficio económico neto (BEN) obtenido a partir del uso del suelo en las actividades productivas más representativas y el valor de la renta de la tierra (VRT), las actividades más representativas se ubican en el sector primario y comprenden la ganadería doble propósito y ganadería de leche.

El Área Metropolitana se ha interesado en implementar la estrategia PSA en zonas urbanas, originándose la necesidad de analizar las variables estratégicas para la estimación del incentivo en predios privados en zonas urbanas, puesto que el esquema actual contempla las variables asociadas a las actividades productivas de la tierra en zonas rurales y no urbanas. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es plantear un esquema base de análisis para la estimación del incentivo en un instrumento de pago por servicios ambientales para predios privados en zonas urbanas.

Este trabajo se divide en cinco capítulos, el primero presenta el marco conceptual sobre PSA y costo de oportunidad, que facilita comprensión de los conceptos utilizados, los tres capítulos siguientes desarrollan los tres objetivos de investigación planteados, cada capítulo presenta un marco contextual sobre lo abordado, la metodología empleada y los resultados obtenidos.

El segundo capítulo se basa en la identificación de variables clave que serían determinantes en la estimación del incentivo en un esquema urbano de pagos por servicios ambientales. Las variables que explican el sistema del PSA urbano se identificaron mediante un análisis estructural utilizando la matriz de doble entrada MICMAC de Godet, para esto se hicieron sesiones grupales con profesionales en temas relacionados a gestión urbana y ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, obteniendo como resultado el reconocimiento de las variables de entrada o determinantes, variables receptoras o claves, variables resultantes y variables excluidas o autónomas. Para la identificación de variables clave se consideró la dinámica urbanística y el potencial de la edificación de los predios.

En el tercer capítulo, se realiza el análisis de las variables previamente identificadas, en el marco del contexto urbanístico y de ordenamiento territorial, estableciendo las relaciones de influencia presentes entre cada una de ellas, además, se asocian las variables que impactan directamente el cálculo del costo de oportunidad, obteniendo como resultado el diagrama de influencias y causal del sistema. Con este resultado se da cumplimiento al objetivo de examinar la estructura del sistema de gestión y organización territorial para la implementación del incentivo en un esquema de pago por servicios ambientales urbano con base en las variables clave identificadas.

En el cuarto capítulo, se hace una propuesta de estimación del costo de oportunidad en una zona urbana considerando actividades del sector constructivo. Se toman como variables de entrada algunas de las variables clave y determinantes que fueron identificadas con el análisis estructural y el diagrama de influencia en los capítulos previos. Se tomaron cuatro predios del área urbana del Valle de Aburrá como caso base de estudio.

El quinto y último capítulo, presenta las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, tomando como base los resultados obtenidos de los tres capítulos anteriores. Las conclusiones se orientan a la descripción de las variables clave identificadas que explican el sistema estudiado e impactan el cálculo del costo de oportunidad, se exponen las diferencias encontradas entre el cálculo del costo de oportunidad tradicional aplicado a un PSA rural y el resultante para un PSA urbano.

La principal limitación en este trabajo de grado se presentó en el desarrollo del primer capítulo, ya que las variables identificadas fueron calificadas por profesionales del Área Metropolitana con diferentes profesiones y cargos, originando variaciones que impactaron la explicación de la dinámica del sistema, por lo cual se hizo necesario un ajuste en la categorización de variables que contrastara con la dinámica del Plan de Ordenamiento Territorial vigente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Antecedentes

Los esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) compensan a propietarios que destinan sus predios a la conservación y restauración de ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ambientales¹ mediante incentivos que pueden ser pagos en dinero o especie, de esta manera, se maximiza el impacto de los recursos destinados a la preservación del medio ambiente previniendo la pérdida irreversible de agrobiodiversidad y por ende, la fragmentación de los ecosistemas y la afectación a los seres humanos que los habitan (Díaz et al., 2019).

En Antioquia se ha implementado BanCO2, un esquema PSA impulsado en el año 2013 por la Corporación Autónoma Regional Cornare en el oriente antioqueño, destinado al pago por conservar los bosques y recursos naturales, con el fin de generar ingresos a las familias campesinas que los habitaban (BanCo2, s.f.). Dicho esquema es operado por la Corporación Masbosques. Según la normativa del decreto 1007 de 2018 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cálculo del incentivo o pago se hace con base en el costo de oportunidad de las actividades productivas que se desarrollan en las áreas estratégicas (Tobón et al., 2018), siendo áreas rurales.

Los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá² han adoptado el Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial del Valle de Aburrá mediante

¹ Según la FAO (2009), los servicios ambientales son aquellos bienes o servicios proporcionados por la naturaleza, y que proporciona bienestar a algunas o muchas personas, tales como los alimentos, agua, combustibles, etc.

² Conformado por 10 municipios: Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, Girardota, Itagüí, La Estrella, Medellín y Sabaneta. Tiene una extensión de 1152 km², distribuidos en 340 km² de suelo urbano y 812 km² de suelo rural (Hernández, Segura y Molina, 2020).

el Acuerdo Metropolitano número 31 (2019), con el que se establece el compromiso de implementar mecanismos económicos para la gestión ambiental, dispuestos en las normas de ordenamiento ambiental nacional y territorial, para esto se tiene planeado la implementación de esquemas PSA mediante BanCO2, el Fondo Verde Metropolitano y otros pagos por servicios ambientales en las áreas urbanas en pro de la mejora y preservación de las áreas de interés ecosistémico.

El esquema PSA en áreas urbanas del Valle de Aburrá está en proceso de diseño. Actualmente se tienen 111 predios pre-seleccionados por su potencial de participación, pero se requiere claridad sobre cuáles son las variables más relevantes para definir el método de estimación del incentivo o pagos³. En contextos rurales, los PSA han sido ampliamente implementados, algunos autores han planteado métodos y variables de análisis para calcular los pagos a los “vendedores” o proveedores de los servicios ambientales (dueños de los predios destinados a conservación o restauración). A continuación, se presentan algunos hallazgos en la literatura:

Rodríguez-Robayo, Perevochtchikova, Ávila-Foucat, & De la Mora De la Mora (2020) estudiaron la influencia de las variables de contexto local en los resultados de los pagos por servicios ambientales en México, para ello utilizaron un marco de sistemas socio-ecológicos mediante encuestas y entrevistas cuyo resultado demostró que las principales variables asociadas al contexto local son: la cobertura forestal, los costos de oportunidad, los medios de vida, los ingresos, las motivaciones y las actitudes hacia la conservación, la confianza y la cooperación, las prácticas de gestión tradicionales, la organización interna, la tenencia de la tierra, las normas para la gestión y el uso de los recursos naturales, presencia e historia de organizaciones no gubernamentales, historia económica y de conservación y distancia a los mercados, concluyendo así que, las variables del contexto local deben relacionarse en las variables utilizadas para el cálculo de los Pagos por Servicios Ambientales, de tal manera

³ Información extraída de informe técnico del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Información confidencial. Fuente no publicada actualmente.

que la conservación deje de ser una estrategia de mal pago y se aproxime a los costos de oportunidad reales.

Para estimar el pago por servicios ambientales no sólo es importante identificar las variables clave, también es necesario identificar el método que será utilizado. Por eso, Aguilar, Franco-Maass & Arteaga-Reyes (2018) propusieron una metodología para determinar pagos diferenciados por servicios ambientales hidrológicos en México, para esto identificaron los datos relevantes de los criterios ambientales incluyendo la participación social, además, identificaron el índice de importancia relativa que permitiese el cálculo de los pagos por servicios ambientales. Con la aplicación del esquema de pagos diferenciados, se concluyó que los pagos a realizar varían de acuerdo con las diferentes características locales.

Dando continuidad a los métodos utilizados, Sosa (2015) realizó la estimación de los costos de oportunidad para la conservación en el Rancho Escuadrón ubicado en Chicontepec – Veracruz, para hacerlo utilizó el método del valor actual neto y así calculó la rentabilidad de las actividades productivas usando información obtenida de entrevistas y consultas en diferentes entidades. Mediante un modelo econométrico se logró obtener un análisis económico, de sensibilidad y financiero, el cual permitió concluir que el costo de oportunidad difiere según la actividad económica, además que, el dueño del rancho está dejando de ganar una cantidad considerable de dinero al dejar de dedicarse a la ganadería por garantizar la protección del bosque y las plantaciones forestales.

Existen varios estudios en los cuales se ha utilizado el costo de oportunidad como medio para estimar los Pagos por Servicios Ambientales, tales como Ansolin et al. (2018), quienes realizaron una valoración ambiental en las áreas de preservación permanente de la cuenca del río Passaúna, estado de Paraná por medio del método de costo de oportunidad, siendo éste muy útil para la estimar la valoración económica combinada con las áreas prioritarias, los autores recomiendan tener en cuenta las variables como ubicación y actividad

económica a la hora de realizar el cálculo del pago por servicios ambientales. Se concluye, que los pagos deben reflejar la situación actual de las zonas a proteger con el fin de facilitar la toma de decisiones y motivar a los productores para que conserven sus áreas con importantes funciones ambientales.

En Colombia, Quijano (2018) evaluó la eficiencia de una posible implementación de un programa de Pagos por Servicios Ambientales en el Páramo de Guerrero, para ello identificó el uso del suelo de la zona en estudio, estimó el costo de oportunidad del suelo para las principales actividades productivas como la producción de papa, leche y carne bovina, calculó el valor económico de la conservación y los beneficios obtenidos por las zonas estratégicas para ser conservadas y realizó el análisis del costo beneficio teniendo en cuenta diferentes escenarios de conservación, lo anterior fue posible mediante el tratamiento de la información consultada en fuentes secundarias oficiales. Se concluyó que, el método de costo de oportunidad es eficiente siempre que se tenga en cuenta la actividad productiva, ya que el valor a pagar varía conforme a ésta.

Son varios los autores que se han enfocado en hacer análisis a las variables y métodos para estimar el cálculo eficiente de los pagos a realizar por los Servicios Ambientales. Las variables para utilizar dependen en gran medida del uso que se le podría dar al suelo, es decir, se encuentra estrechamente relacionada con la actividad económica que podría realizarse en los terrenos. Lo anterior quiere decir que los pagos son dinámicos y se expresan de acuerdo con el contexto, además, el hecho de realizar un cálculo acorde a la realidad incentivará a los dueños para que se sumen a los esquemas de compensación fácilmente. Los casos de estudio analizados demuestran que el método de costo de oportunidad es ampliamente utilizado para estimar los pagos o incentivos.

Justificación

El cambio climático se ha acelerado en gran medida por la pérdida de bosques. Colombia ocupa el cuarto lugar entre las naciones con mayor deforestación de bosques a nivel mundial, el indicador de pérdida de bosques se incrementó un 9% de 2017 a 2018 y según el IDEAM se han perdido 197.000 hectáreas de bosque en el año 2018 en todo el territorio nacional, por esta razón Colombia debe emplear estrategias que detengan la desaparición de los bosques y que sean perdurables a través del tiempo (El Universal, 2020). Pero, la deforestación no es la única que afecta al mundo y a Colombia, pues de acuerdo con la ONU, las actividades humanas insostenibles y la sobreexplotación tanto de recursos naturales como de especies amenazan la biodiversidad, incluso se habla del riesgo de extinción de la cuarta parte de las especies en las próximas décadas (Semana, 2020).

En todo el territorio colombiano se han establecido objetivos en torno a la protección de la biodiversidad existente, en el departamento de Antioquia específicamente, se propuso proteger 1'075.365 hectáreas de bosque, 350 fuentes hídricas que aprovisionan los acueductos, 76.000 hectáreas de ciénagas y 17 áreas protegidas, entre otros, todo quedó en un pacto firmado por 20 entidades de la región, algunas gubernamentales y otras ONG lideradas por la FAO. Con este pacto se busca que la gobernación, las alcaldías, EPM, las corporaciones ambientales como Corantioquia, CONARE y el Área Metropolitana, entre otras, contraigan el compromiso de proteger los bosques y controlar el cambio climático, siendo necesario trabajar en temas como la deforestación, la contaminación del recurso hídrico y la erosión para mitigar los riesgos de afectación a los ecosistemas (Ospina, 2019).

Precisamente, los 10 municipios que articula el Área Metropolitana del Valle de Aburrá establecieron diferentes estrategias para reducir los niveles de contaminación y mejorar la calidad del aire, todas ellas plasmadas en un plan de acciones por el aire enfocado hasta el año 2030 llamado PIGECA (Restrepo, 2020). En la estructura del PIGECA existe un eje temático denominado "Protección, restauración y restitución de arbolado urbano, espacio

público y ecosistemas” en el cual se han implementado estrategias como BanCO2 metropolitano, cuyo propósito es compensar económicamente a quienes se comprometen con la protección de los ecosistemas.

La aceptación de estrategias como BanCO2 depende en gran medida del valor compensado, según Torres & Howitt (2019) uno de los factores clave de éxito de los Pagos por Servicios Ambientales es el nivel o valor del pago a ser compensado a los dueños de las áreas a proteger, aclarando que, si los pagos no son suficientes para compensar el costo de oportunidad sacrificado, los usuarios no participarán y por ende no se dará cumplimiento al objetivo de conservación.

Es claro que, el propósito del Área Metropolitana del Valle de Aburrá como entidad articuladora y armonizadora de las políticas es promover la preservación de los ecosistemas en pro de que sus ciudadanos se beneficien de los diferentes servicios ambientales, para cumplir su propósito ha implementado diferentes estrategias como el Pago por Servicios Ambientales. Sin embargo, el éxito de la estrategia depende de la aceptación de los dueños de las áreas ambientales estratégicas, gran parte de esa aceptación depende del valor que les será compensado, el cual debería estar determinado teniendo en cuenta diferentes variables que pueden hacerlo variar.

En este sentido, plantear un esquema de análisis de variables estratégicas es de importancia para posteriormente, definir el método de estimación del incentivo o pago en áreas urbanas, siendo el objetivo central del proyecto de investigación marco que acoge el presente trabajo de grado⁴, esto permitirá:

- Compensar en un futuro a los dueños de los predios de acuerdo con lo que dejaría de percibir por la destinación del área ubicada en la zona urbana, a actividades de conservación y restauración.

⁴ Proyecto de investigación por recurso instalado con código PCI 19206

- Establecer la periodicidad y el tipo de pago que debe realizarse.
- Fomentar la participación de los dueños de los predios privados en el programa de Pagos por Servicios Ambientales y por lo tanto el aumento en la oferta de servicios ambientales.
- Dar cumplimiento a los propósitos acordados en el PIGECA.

Por último, el propósito de la Maestría en Gestión de Organizaciones del Instituto Tecnológico Metropolitano en la modalidad profundización es la formación de profesionales interdisciplinarios en gestión de organizaciones complejas para apalancar una adecuada toma de decisiones en estado de incertidumbre, teniendo claro que el ambiente cambia constantemente retando a la organización y a sus directivos (Instituto Tecnológico Metropolitano, s.f.). En este trabajo se pretende identificar y analizar las variables clave o variables estratégicas que serían determinantes para hacer la estimación del pago o incentivo en un esquema PSA urbano, teniendo como foco de trabajo el contexto del sector que podría desarrollarse en un conjunto de predios privados con potencial de participación en el esquema, siendo proveedoras o “vendedoras” de un servicio ambiental urbano. Algunas variables que se pretenden analizar en el contexto de este sector son: actividad económica, costos económicos asociados a renunciar a la utilización del suelo de los predios (costo de oportunidad), entre otras a identificar como parte de los objetivos de este trabajo; que deben ser analizadas con detenimiento para hacer, posteriormente, la estimación del costo de oportunidad, así pues, se pretende establecer un esquema base de análisis para la estimación del incentivo en un instrumento de pago por servicios ambientales para un conjunto de predios privados en zonas urbanas.

Para el desarrollo del presente trabajo, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá proporcionó la información de los predios ubicados en las zonas que pueden ser preservadas en el área urbana. Se realizó una búsqueda de información bibliográfica que

permitió dar cumplimiento a los objetivos planteados, no fue necesaria la adición de recursos económicos, técnicos y financieros para el desarrollo del proyecto.

Descripción del problema

Los PSA se implementan en contextos rurales porque existe una cantidad considerable de propietarios, parcelas grandes y diversas motivaciones que impulsan la conservación de ecosistemas estratégicos. Richards & Thompson (2019) sugieren la implementación de este tipo de esquemas en zonas urbanas como una estrategia para proveer y conservar servicios ambientales en las ciudades. Para los autores los ecosistemas urbanos son una nueva frontera en el tema de Pagos por Servicios Ambientales, esto se debe a que:

- Los ecosistemas urbanos se encuentran bajo la presión del aumento de la urbanización. El uso del suelo residencial, comercial e industrial suele ser más rentable que la conservación de estos terrenos para la oferta de servicios ambientales.
- Se requieren nuevos enfoques para alentar y permitir intervenciones que mantengan, mejoren y creen ecosistemas urbanos. Los Pagos por Servicios Ambientales se utilizan cada vez más con el fin de conservar los entornos rurales, pero este enfoque rara vez se ha considerado en las ciudades.

En el Valle de Aburrá se encuentra en proceso de diseño y desarrollo un PSA urbano, por lo cual se identificaron 111 predios potenciales para su implementación, de los cuales 62 son privados y 49 son públicos, todos ellos se categorizaron según su destinación económica, ya sea comercial, cultural, habitacional, industrial, lote no urbanizable, lote urbanizado, lote urbanizado no construido y recreacional; los predios difieren en su orientación económica, tamaño de área, ubicación, entre otras características. Para la implementación del esquema PSA urbano se requiere definir el método de estimación del incentivo o pago, dado que no existe literatura orientada a contextos urbanos. Todo lo desarrollado está en el contexto rural, por lo cual, se necesita de un análisis situacional previo, minucioso, de los

proveedores o “vendedores” de servicios ecosistémicos en áreas urbanas, de su estructura, organización y funcionamiento.

Según Mosquera (2020), es difícil que los Pagos por Servicios Ambientales puedan cambiar las decisiones de producción de los dueños de los predios en ecosistemas estratégicos con fines de preservación, esto se debe a que, en la mayoría de los casos el costo de oportunidad que dejaría de percibir por la explotación de los recursos excede el pago que recibiría por conservar el ecosistema. Es entonces importante estimar un pago acorde con las actividades económicas que pueden desarrollarse en las áreas a preservar en el valle de Aburrá, de manera que esta alternativa sea atractiva para los dueños de los predios privados.

Preguntas de Investigación

1. ¿Qué variables adicionales, propias de un contexto urbano, además de las contempladas en la estimación tradicional del costo de oportunidad (ingresos y costos por una actividad productiva) deben tenerse en cuenta para la estimación del pago en un esquema PSA?

OBJETIVOS

Objetivo General

Plantear un esquema base de análisis para la estimación del incentivo en un instrumento de pago por servicios ambientales para predios privados en zonas urbanas.

Objetivos Específicos

1. Identificar las variables clave que serían determinantes en la estimación del incentivo para un esquema urbano de pagos por servicios ambientales, no incluidas en el método convencional de costo de oportunidad basado en el valor de la renta y del beneficio neto.
2. Examinar la estructura del sistema de gestión y organización territorial para la implementación del incentivo en un esquema de pago por servicios ambientales urbano con base en las variables clave identificadas.
3. Estimar el costo de oportunidad de una actividad productiva para un conjunto seleccionado de predios en el área urbana del valle de Aburrá como caso base de estudio.

1. Capítulo 1: Marco conceptual: esquemas PSA y costo de oportunidad.

En este capítulo se describe el marco conceptual de los esquemas PSA y el costo de oportunidad, se presentan las definiciones de los conceptos principales como lo son los servicios ambientales y los pagos, además, se especifica el método utilizado por el Área Metropolitana para calcular el costo de oportunidad en el esquema PSA rural existente.

1.1 Los esquemas de pagos por servicios ambientales - PSA

Los servicios ambientales

Los servicios ambientales, para Yu et al. (2020) son bienes y servicios directos o indirectos que son obtenidos de la naturaleza como el agua, los productos agrícolas, la madera, etc., los cuales son primordiales para la existencia de la vida humana y la producción industrial, por lo que, los servicios ambientales contribuyen al desarrollo sostenible de la sociedad humana.

Según Figueroa (2010), La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio clasifica los servicios ambientales en cuatro categorías:

- 1. Servicios de provisión:** Productos o bienes tangibles obtenidos del ecosistema y que generalmente presentan un mercado estructurado, un ejemplo de ellos son los alimentos, el combustible, las materias primas, el agua, las fibras, los recursos genéticos, etc.
- 2. Servicios de regulación:** relacionados a los procesos ecosistémicos y aportan a la regulación del sistema natural, por ejemplo, la polinización, la regulación de enfermedades, la regulación climática, el control biológico, la purificación del agua, etc.
- 3. Servicios culturales:** Servicios no materiales proporcionados por el ecosistema a través de la reflexión, el desarrollo cognitivo, el enriquecimiento espiritual, la recreación y el disfrute estético.

- 4. Servicios de base o soporte:** Servicios necesarios para que el ecosistema funcione correctamente y se produzcan los servicios ambientales, la percepción de bienestar en la sociedad es a largo plazo mediante la provisión de otros bienes ecosistémicos, tal es el caso de la regulación hídrica y la regulación climática.

Pese a todos los beneficios proporcionados por los servicios ambientales, las actividades del ser humano continúan dañando y degradando los ecosistemas generando desastres naturales y escasez en el suministro de esos servicios ambientales, algunas de las afecciones causadas al medio ambiente son el deterioro en la calidad del agua y la calidad del suelo, destrucción de hábitat de las diferentes especies, incendios forestales, disminución del oxígeno disuelto y aumento de la temperatura (Ahmadi & Moradkhani, 2019). Por lo anterior, desde la década de 1990, el PSA se ha convertido en una herramienta altamente utilizada para conservar la biodiversidad, la calidad ambiental y otros beneficios proporcionados al ser humano. Sin embargo, el hecho de implementarse en diferentes partes del mundo y en diferentes contextos, hace que las características como objetivos, zonas y partes interesadas varíen ampliamente (Lü et al., 2020).

Los servicios ambientales urbanos

En la zona urbana también existe el beneficio de los servicios ambientales expuestos anteriormente, por ejemplo, los suelos proporcionan importantes servicios ecosistémicos como soporte y suministro de nutrientes a las plantas que proveen los alimentos, realización de ciclos biogeoquímicos para el reciclaje de compuestos orgánicos, captación del agua para recargar los acuíferos y así evitar que las reservas de agua sean contaminadas, nivelación de la temperatura y humedad, mejora de la calidad del aire, infiltración del agua para prevenir inundaciones, entre otros. Para que el suelo pueda cumplir con las anteriores funciones, se debe asegurar su contacto con el agua, la vegetación y el aire del entorno, algo que suele perderse con el avance de los procesos de urbanización porque es poco valorado. Cuando existe crecimiento en la ciudad, se hace necesaria una planeación que

contemple los usos que pueden darse al suelo, el equilibrio entre los procesos ecológicos-naturales en contraposición a los urbanos y las zonas que deben ser conservadas (Cram et al., 2008).

La diferencia que poseen los servicios ambientales urbanos en comparación con los rurales es la presión de la urbanización, en donde la población posee necesidades de estructuras básicas de servicios y exigen algunas facilidades y comodidades, lo cual dificulta la preservación de los ecosistemas.

Los pagos por servicios ambientales (PSA)

Los PSA son esquemas de conservación que utiliza medios económicos como incentivo para los proveedores de este tipo de servicios, cuyo propósito es garantizar el suministro sostenible de servicios ambientales por medio de la conservación del medio ambiente (Wuder, 2015).

Según Wunder (2015), las características principales de este esquema son:

- Son transacciones voluntarias, es decir, el proveedor decide si pertenece al esquema.
- Se da entre los usuarios de mandantes de los servicios y los proveedores, pues debe existir un acuerdo entre en los proveedores de servicios ambientales y el demandante de dichos servicios.
- Existen reglas para la gestión de los recursos, las cuales quedan establecidas en el acuerdo realizado para su estricto cumplimiento.

Los PSA en el área metropolitana

Según Hillel (2019), las áreas metropolitanas deben ser más que la unión de lugares alrededor de una metrópoli, pues deben llegar a acuerdos y destinar los fondos para proteger la biodiversidad, ya que ésta es un activo para la calidad de vida ciudadana. Entre los retos que tiene el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se encuentran la protección

de la naturaleza, la promoción del consumo sostenible, una producción más limpia y, quizás lo más relevante, hacer que todo esto se importante para los ciudadanos. En la revista el Metropolitano del Valle de Aburrá (2019) se describe que una de las estrategias del Área Metropolitana del Valle de Aburrá es contribuir al mejoramiento de la calidad ambiental del territorio y perfeccionar los espacios públicos verdes, fortalecer los ecosistemas estratégicos y proveer servicios ambientales al metropolitano, para ello se ha implementado la iniciativa de pago por servicios ambientales, la cual consistente en establecer acuerdos voluntarios con los dueños de los predios ubicados en ecosistemas estratégicos para preservarlos a cambio de incentivos (El Espectador, 2019).

1.2 El costo de oportunidad

Se llama costo de oportunidad, es lo sacrificado por ejecutar una acción y dejar de hacer algo. El costo de oportunidad se calcula para diferentes alternativas y a partir de éste se toma una decisión, la cual se encuentra influenciada por un incentivo que maximice el bienestar, se puede decir que los incentivos son la base para la predicción del comportamiento de las personas (Rivera, 2017).

En la economía ambiental, el costo de oportunidad es el valor obtenido al realizar una actividad económica en un terreno y al cual un propietario renuncia con el propósito de conservar una parte o la totalidad de su predio para proveer servicios ambientales (Moreno-Sánchez, 2012). Para realizar el cálculo de costo de oportunidad, se estima la rentabilidad de las posibles actividades que pueden llegar a desarrollarse en las zonas estratégicas a proteger. Este método ha sido aplicado en diferentes estudios orientados al Pago por Servicios Ambientales, siendo reconocido como una herramienta de valoración económica ambiental útil para el diseño y estructura de un esquema PSA (Brunett, 2012).

En la actualidad, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá ha implementado el esquema PSA en zonas rurales, ofreciendo incentivos a los dueños de los predios para que decidan

acogerse al programa. Para el cálculo de este costo de oportunidad han utilizado el Beneficio Económico Neto (BEN) y el Valor de la Renta de la Tierra (VTR).

¿Cómo se calcula actualmente el costo de oportunidad en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá?

A continuación, se describe lo realizado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para calcular el costo de oportunidad, información mencionada en el informe de Ecoversa sobre el cálculo del costo de oportunidad.

En los 10 municipios del Área Metropolitana se hizo una identificación, delimitación y priorización de las áreas que poseen una importancia estratégica, teniendo en cuenta teniendo en cuenta los planes de ordenación, planes de manejo ambiental, el manejo de las cuencas hidrográficas y la caracterización de los predios.

Las áreas de importancia estratégica son aquellas que pueden destinarse a la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales.

Método de valoración económica para el PSA

El decreto 0953 de 2013, en su numeral 2, describe que la entidad territorial tendrá en cuenta los siguientes elementos para el cálculo del valor único de incentivo para cada área de importancia estratégica:

- a. Se referenciará en el costo de oportunidad de las actividades productivas más representativas del área de importancia estratégica, para esto se disponen de dos opciones:
 - El equivalente a los beneficios económicos netos (BEN) que pueden ser obtenidos por el uso del suelo en las actividades productivas más representativas.

- El valor de la renta de la tierra (VRT), para las actividades económicas productivas más representativas.

- b. El máximo valor anual del incentivo por hectárea se determinará mediante la selección del menor costo de oportunidad promedio del área de importancia estratégica, dicho costo de oportunidad se calculará mediante las dos opciones referenciadas anteriormente. El valor seleccionado no podrá superar el 15% del avalúo comercial promedio por hectárea en conservación de los predios.

Cálculo del Beneficio Económico Neto (BEN):

En el Área Metropolitana se calculó el BEN para la producción pecuaria y agrícola, realizando las siguientes actividades:

- Identificación de los principales indicadores de los renglones productivos priorizados y las estructuras de costos de cada uno:

Para esto se hizo una estimación de los activos fijos para la ganadería doble propósito y ganadería de leche, identificando activos físicos y biológicos, en los cuales se haya incurrido en la inversión de capital fijo al principio del proceso productivo, tales como: la tierra, las máquinas, los implementos, los equipos, las construcciones, las instalaciones, entre otros. Una vez identificados los activos fijos, se procedió con su valoración en pesos del punto inicial en que se realizó un avalúo.

El siguiente paso fue la identificación y valoración de los ingresos y los egresos operativos de la actividad económica más representativa en el predio, éstos se tabulan en un flujo de fondos de varios periodos o años, incluyendo, además, las inversiones. También se realiza un cálculo del precio probable que pudiesen tener los productos en los años venideros.

- Estimación del beneficio económico neto para las producciones más representativas:

Una vez obtenidos los flujos de fondos de las producciones más representativas, se totalizan los fondos de cada uno de los periodos seleccionados y analizados. Se calcula el valor presente neto (VPN) para igualar los flujos de diferentes años, empleando una tasa de descuento del 7,5% en pesos constantes, el VPN resultante es el que se toma como BEN de todo el periodo representativo en el año cero (0). Se determina el valor anual mediante el cálculo de la anualidad equivalente, este valor es conocido como el Valor Anual Equivalente (VAE) y se asimila al BEN y el VAE.

Beneficio económico neto (BEN)= Ing. totales - Egre. totales-Tasa Int.Banco *(Cap. Inv. (Propio-crédito))

Donde:

Ing (T) (0) (Ventas) = Ingresos Totales (Ventas). = M\$/año

Erg (T) (0) (Costos + Gastos) = Egresos Totales (Costos + Gastos) = M\$/año

ib * [C. Inv. F (P o C)] = Inversiones (propias o a crédito) [Tierra + inst. productivas] = M\$ (0). El punto inicial de análisis.

El valor económico neto (BEN) resultante se compara con el resultado del valor de la renta de la tierra (VRT).

Cálculo del Valor de la Renta de la Tierra (VRT)

El valor de la renta de la tierra (VTR) es la utilidad que obtiene el dueño de los recursos productivos después de restarle al producto o ingreso bruto de producción, el capital invertido en los gastos de la producción y los respectivos intereses por los créditos adquiridos. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{VRT (\$/año)} = \text{VB (\$/año)} - \text{Costo y Gastos de Producción (\$/año)} - i (\text{Ctos y Gtos producción(c) + C inv F(c)}) (\$/año)$$

Donde:

$$\text{Ingresos Brutos (Ventas)} = \text{M\$/año.}$$

$$\text{Costos producción} = \text{M\$/año}$$

$$I * [\text{Ctos y Gtos producción (c) + C.inv. F(c)}] = (0)$$

(0) El punto inicial del análisis.

Cuando existen VRT diferentes en varios años, se debe calcular el VTR en el periodo cero (0) y calcular la anualidad.

El Área metropolitana del Valle de Aburrá tiene el esquema para el cálculo del costo de oportunidad para las actividades productivas de ganadería doble propósito y ganadería de leche, sin embargo, se ha interesado en ampliar el alcance a las zonas urbanas en donde existe la presencia de una presión urbanística. En este trabajo, se utiliza una metodología que permite hacer la estimación del cálculo de oportunidad en el sector de la construcción.

2. Capítulo 2: Identificación de variables clave determinantes en la estimación del incentivo para un esquema urbano de pagos por servicios ambientales

En este capítulo se identifican las variables clave en un PSA urbano por medio de la configuración de dos fases. En la primera fase se identifican todas las variables que explican el sistema estudiado mediante sesiones con profesionales del Área Metropolitana, para esto se emplea la metodología de análisis estructural con la herramienta MICMAC, obteniendo la categorización de las variables en cuatro grupos. En la segunda fase, se hace un refinamiento y análisis de las categorías de variables obtenidas en la fase anterior para obtener una coincidencia con las disposiciones del Plan de Ordenamiento Territorial. Finalmente, se presentan los resultados de las variables clave que explican el sistema, dando cumplimiento a la finalización del primer objetivo específico: Identificar las variables clave que serían determinantes en la estimación del incentivo para un esquema urbano de pagos por servicios ambientales, no incluidas en el método convencional de costo de oportunidad basado en el valor de la renta y del beneficio neto.

2.1 Identificación de variables clave mediante análisis estructural

Las variables son características o propiedades que pueden tomar diferentes valores cuantitativos o cualitativos y que representan un sistema, es todo aquello que se pretende medir, estudiar y controlar en una investigación (Núñez, 2007). Según Espinoza (2018), las variables pueden intervenir como una causa o resultado al interior de un proceso o fenómeno de la realidad.

La matriz de impactos cruzados (MICMAC) es una herramienta de análisis estructural utilizada para estructurar ideas y también como un método de pronóstico creado por Michael Godet (Akbar Barati et al., 2019), describe sistemáticamente todas las

interrelaciones potenciales existentes entre cada una de las variables y permite identificar las variables claves que controlan la evolución del sistema (Nematpour et al., 2020).

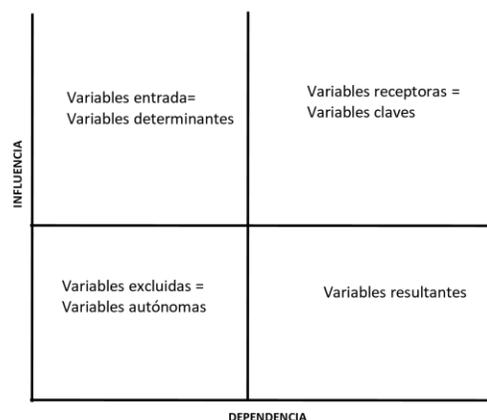
Según Godet y Durance (2011), para desarrollar un análisis estructural se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

- 1. La identificación de variables:** Consiste en identificar y definir todas las variables internas y externas que caracterizan el sistema estudiado y su entorno. Se recomienda ser exhaustivo y no descartar ninguna variable. El resultado de esta fase es una lista que, generalmente, no sobrepasa las 70 o 80 variables, las cuales deben contener una explicación detallada para facilitar la comprensión de su interrelación. Las variables pueden listarse mediante entrevistas no dirigidas en donde se hagan preguntas sobre los factores que condicionan el sistema en estudio.
- 2. Descripción de las relaciones entre las variables:** Es una visión sistémica, cuyo propósito es identificar las relaciones entre las variables identificadas en la fase anterior, para ello, se utiliza una tabla de doble entrada denominada matriz de análisis estructural. La matriz es diligenciada por el mismo grupo que identificó las variables, mediante el análisis cualitativo de las mismas, y consiste en hacer la pregunta ¿existe una relación directa de influencia entre la variable i y la variable j ? para cada par de variables. Las respuestas que pueden ser contempladas son: 0 cuando no se identifica relación directa de influencia entre el par de variables, 1 cuando la relación es débil, 2 cuando es una relación promedio, 3 cuando es una relación fuerte y 4 cuando es potencial. Se ha evidenciado en varios casos, que el llenado de una matriz extensa es del 20%, ya que hay variables en la que es imposible dar una respuesta sobre la influencia.
- 3. Identificación de variables clave con MICMAC:** El propósito es identificar las variables clave y esenciales para la evolución del sistema, por medio de la clasificación directa inicialmente y luego con la clasificación indirecta denominada Micmac. La clasificación

indirecta se adquiere al aumentar el poder de la matriz. Este ejercicio permite confirmar la importancia de las variables y evidenciar las variables más influyentes. Cada una de las variables posee un indicador de influencia y otro de dependencia, los cuales permiten la ubicación en plano para distinguir el tipo de variable (ver figura 1):

- **Variables receptoras o claves:** Son altamente influyentes y poco dependientes, son las explicativas del sistema estudiado y, por lo tanto, las acciones se orientan hacia dichas variables.
- **Variables de entrada o determinantes:** Son muy influyentes y muy dependientes, además de inestables. Son variables en las cuales cualquier acción repercutirá sobre las otras variables modificando la dinámica global del sistema.
- **Variables resultantes:** Son poco influyentes y muy dependientes, cuya evolución está condicionada por los impactos provenientes de otras variables, generalmente las de entrada y las de enlace.
- **Variables excluidas o autónomas:** Son poco influyentes y poco dependientes. No modifican la dinámica del sistema y se pueden excluir sin afectar el análisis.

Figura 1. Los diferentes tipos de variables en los planos de influencia y dependencia



Fuente: Elaboración propia

El análisis estructural facilita la verificación de hipótesis elaboradas por un equipo para explicar el sistema garantizando que las variables consideradas como importantes sean explicativas (variables de entrada) o explicadas (variables resultantes). A veces, se visualizan relaciones con influencia o dependencia diferente a la prevista inicialmente. Se debe tener en cuenta que el diligenciamiento de la matriz no debe hacerse mediante el repartimiento de variables, sino mediante la estructuración colectiva de ideas. La ejecución del análisis estructural de un sistema puede tardar meses, pero esto dependerá del ritmo y el tiempo empleado por el equipo de trabajo.

Usos y límites del método

El análisis estructural se usa como medio para facilitar la reflexión en un grupo, para pensar en el comportamiento de un sistema, no existe una forma de interpretación única y oficial de los resultados Micmac, ya que es el equipo quien determina su propia interpretación.

Los limitantes están relacionados con la subjetividad de las variables identificadas en la primera fase y las relaciones entre las variables. El análisis estructural no es una realidad completa, es un medio para aproximarse a la realidad mediante el pensamiento colectivo reduciendo desviaciones inevitables.

2.2 Metodología para la identificación de variables clave

2.2.1 Fase 1: Análisis estructural con la herramienta MICMAC

Paso 1: Identificación de variables:

1. Tener claro cuál es el sistema que será analizado.
2. Seleccionar las personas concedoras del sistema que será estudiado y que, conformarán el equipo de identificación de variables.
3. Las personas seleccionadas deben proponer las variables internas y externas que se relacionan con el sistema estudiado.

4. Elaborar una ficha para cada variable identificada, en donde se dé una definición precisa y las evoluciones que haya sufrido en el pasado, reconociendo las variables que favorecieron dicha evolución, es importante mencionar la situación actual y las posibles tendencias o cambios fuertes que pueden llegar a tener (ver tabla 1).

Tabla 1. Inventario de variables

#	Nombre de la variable	Descripción
1	Variable 1	
2	Variable 2	
3	Variable 3	
4	Variable 4	
...	...	
n	Variable n	

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Descripción de las relaciones entre las variables

1. Ubicar las variables identificadas en la fase anterior en la matriz de doble entrada (ver tabla 2).
2. Diligencie la calificación de cada par de variables en la matriz de doble entrada, se hace una calificación horizontal para la calificación de la influencia y vertical para la calificación de la dependencia. Los criterios de calificación pueden ser: 0 cuando no se identifica relación directa de influencia entre el par de variables, 1 cuando la relación o influencia es débil, 2 cuando es una relación o influencia promedio, 3 cuando es una relación o influencia fuerte y 4 cuando es potencial. Para calificar la influencia se pregunta por la influencia que tiene la variable 1 en la variable 2, luego en la 3, y finalmente en la variable n (la calificación se hace de forma horizontal), este procedimiento se repite hasta abarcar todos los pares de actividades por encima de las celdas en color gris. Para calificar la dependencia se pregunta por la dependencia

que tiene la variable 1 en la variable 2, luego en la 3, y finalmente en la viable n (la calificación se hace de forma vertical), este procedimiento se repite hasta abarcar todos los pares de actividades por debajo de las celdas en color gris (ver tabla 2).

Tabla 2. Matriz de doble entrada

Calificar de manera horizontal en nivel de INFLUENCIA de una variable sobre las otras y en forma vertical en nivel de DEPENDENCIA de una variable con respecto a las otras			X1	X2	X3	X4	...	Xn	X plano
			Variable 1	Variable 2	Variable 3	Variable 4	...	Variable n	Influencia
			1	2	3	4	...	n	
Y1	Variable 1	1							0
Y2	Variable 2	2							0
Y3	Variable 3	3							0
Y4	Variable 4	4							0
...							0
Yn	Variable n	n							0
Y plano	Dependencia		0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

- Realizar el resumen de las variables incluyendo la calificación obtenida en X plano y Y plano (ver tabla 3).

Tabla 3. Resumen calificación de variables

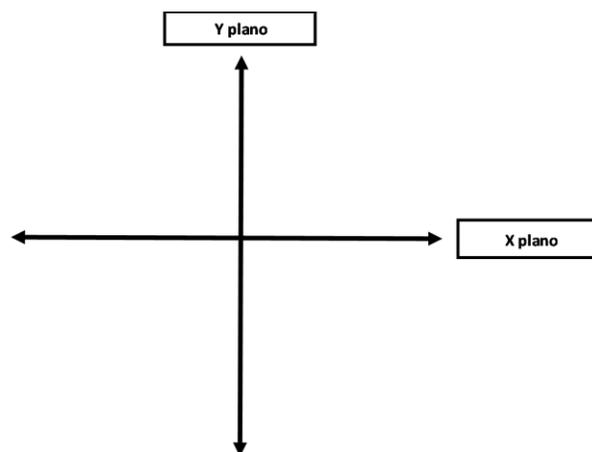
Nombre de la variable	X plano	Y plano
Variable 1		
Variable 2		
Variable 3		
Variable 4		
...		
Variable n		

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Identificación de variables clave con MICMAC

1. Ubicar las variables del resumen anterior en el plano de influencia y dependencia de las variables del sistema de estudio (ver figura 2).

Figura 2. Plano de influencia y dependencia

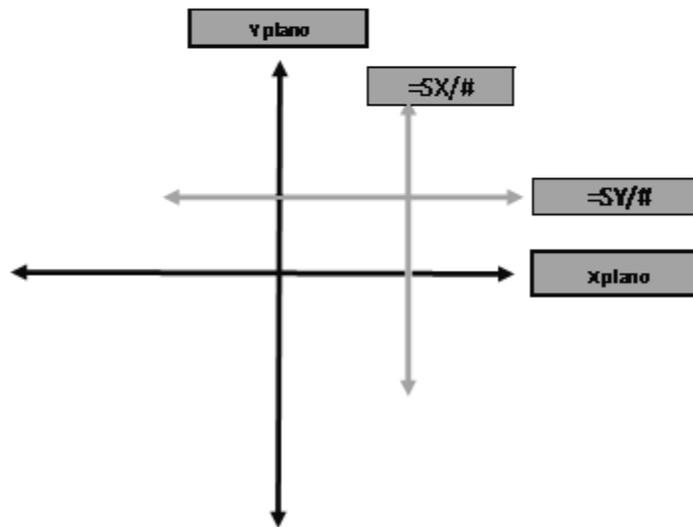


Fuente: Elaboración propia

2. Ubicar el corte de los cuadrantes (ver figura 3) de acuerdo con la siguiente fórmula:

Figura 3. Realización de cortes en el plano de influencia y dependencia

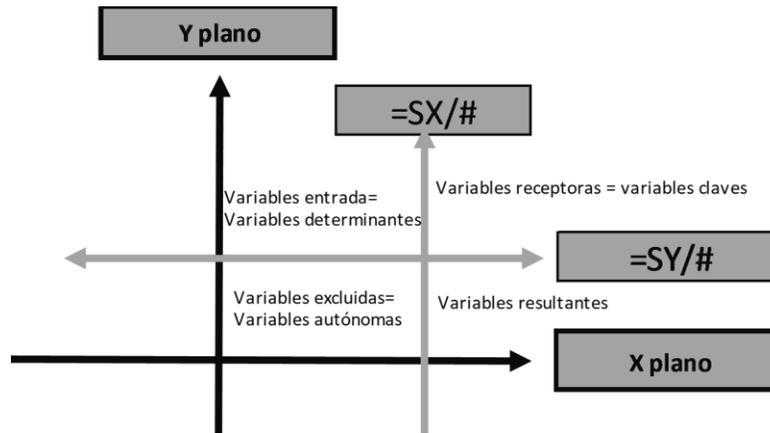
Número total de variables	#	Eje X	=SX/#
Sumatoria X plano	SX	Eje Y	=SY/#
Sumatoria Y plano	SY		



Fuente: Elaboración propia

3. Interpretar el plano de influencia y dependencia de las variables del sistema de estudio, para establecer las variables que son claves para el sistema estudiado (ver figura 4).

Figura 4. Identificación de variables clave



Fuente: Elaboración propia

Existen softwares MICMAC que realizan todas las fases 2 y 3, en donde el equipo deberá completar el ejercicio, realizando la interpretación de las variables ubicadas en el plano de influencia y dependencia.

Se llevó a cabo una sesión para la identificación de variables con 15 profesionales en temas relacionados a gestión urbana y ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en la cual se expuso el contexto general sobre los esquemas PSA, la presión urbanística y la estimación del pago, promoviendo así la participación de cada uno de ellos en la identificación de las variables que deben ser tenidas en cuenta para calcular el valor del incentivo

2.2.2 Fase 2: Refinamiento de la categorización de variables

Se analizaron los resultados de las variables y se contrastaron con el Plan de Ordenamiento Territorial, presentándose la necesidad de proponer un ajuste en la categorización de variables que se presenta en la sección 1.3 de Resultados.

2.3 Resultados

En la primera reunión de trabajo (ver Anexo A) se identifica un total de 23 variables:

1. Redensificación
2. Zonas geoeconómicas
3. Área de preservación de infraestructura
4. Mancha de estructura ecológica
5. Espacio público proyectado
6. Desarrollo de obras públicas
7. Potencial de construcción
8. Licencias urbanísticas últimos 5 o 6 años
9. Lotes potenciales de desarrollo - Análisis de atractividad inmobiliaria
10. Valor del suelo en los últimos años - Avalúos catastrales
11. Espacio público existente - EP por habitante
12. Análisis de mercado inmobiliario - análisis de cabida
13. Morfología urbana (Mixto, Lineal, Damero, Arborescente, Concéntrico – anillo, Mancha)
14. Tratamientos urbanísticos
15. Estructura predial
16. Índice de ocupación
17. Índice de construcción
18. Accesibilidad/malla vial
19. Servicios públicos
20. Concentración de equipamiento
21. Cargas urbanísticas
22. Densidad máxima habitacional
23. Proyectos de obras públicas (local, metropolitana, departamental, nacional)

Posteriormente, se realizó una segunda sesión para revisar las definiciones de cada una de las variables identificadas, con el objetivo de analizar cuáles de ellas podían generar duplicidad o no explicar el sistema estudiado (ver Anexo B). Finalmente, Se llegó a un conjunto final de 13 variables, con el cual se hizo el análisis MICMAC (ver tabla 4). Al conjunto de variables se le adicionó la variable *Pago o incentivo por participar en PSA* para incluirla en el cuestionario de valoración y determinar las relaciones del conjunto de variables con respecto a ésta.

Tabla 4. Definiciones de las variables

Nombre de la variable	Descripción
Redensificar una zona	Aumento del tamaño de la ciudad en un mismo lugar, generalmente el espacio urbano se transforma para soportan nuevas infraestructuras (Querejazu, 2016).
Valor del suelo según la zona geoeconómica	Sectores que presenta características físicas y precios similares (GRUPO INTERNO DE TRABAJO VALORACIÓN ECONÓMICA, 2017).
Área de preservación de infraestructura	Área destinada para espacios públicos, equipamientos, espacios ambientales y de infraestructura vial (Normograma Municipio de Medellín [LEY_1972_2019], n.d.).
Mancha de estructura ecológica	Predio con ocupación parcial o completa en “áreas legalmente protegidas y áreas naturales y seminaturales de interés estratégico para preservar la biodiversidad y garantizar la prestación de los servicios ecosistémicos” (Alcaldía de Medellín, 2014).
Espacio público existente y proyectado	Zonas con usos y aprovechamientos transitorios y restringidos, cuyo propósito es mejorar la calidad de vida de los habitantes y crear espacios que puedan ser disfrutados por toda la comunidad (Palacio et. Al, 2018).
Desarrollo de obras públicas	Ejecución de los contratos para la construcción, mantenimiento, instalación y en general para la realización de cualquier otro trabajo material sobre bienes inmuebles (Guía para Procesos de Contratación de obra pública, n.d.).

Tratamientos urbanísticos	Orientación de las intervenciones que se pueden realizar en el territorio, el espacio público y las edificaciones, mediante respuestas diferenciadas para cada condición existente, como resultado de la valoración de las características físicas de cada zona y su función en el modelo territorial, con los propósitos de consolidar, mantener, revitalizar, mejorar y generar espacios adecuados para el desenvolvimiento de las funciones de la ciudad (TRATAMIENTOS URBANISTICOS, n.d.).
Índice de ocupación	Según la Alcaldía de Medellín (2014), es el área máxima que puede ser construida en la primera planta de un terreno.
Índice de construcción	Según la Alcaldía de Medellín (2014), es el número máximo de veces que la superficie de un terreno puede convertirse en área construida.
Accesibilidad/malla vial	Es el soporte de la movilidad y accesibilidad metropolitana y regional (Trejos, 2010).
Cota de servicios públicos	Para Andrea & Prieto (2014), son "Todas las actividades ordenadas a la generación o captación, transformación, transmisión o transporte, distribución, comercialización y provisión masiva de aquellos bienes de consumo y servicios de naturaleza homogénea, producibles en masa por empresas y mediante un régimen de tarifas, que, en cada etapa de desarrollo económico y social, todos los residentes en el país necesitan en forma continua en su lugar de habitación y trabajo para disfrutar en éste de libertad e intimidad frente a terceros, vivir en forma digna y saludable y adelantar actividades productivas."
Concentración de equipamiento	Espacios que proveen servicios esenciales y contribuyen en la construcción y en el fortalecimiento de la vida colectiva (Franco & Zabala, 2012).
Cargas urbanísticas	Según la Secretaría Distrital de Planeación (n.d.) son todas las "Obligaciones que deben cumplir los propietarios del suelo como contraprestación por los beneficios urbanísticos en términos de uso y edificabilidad, con el fin de lograr mejores condiciones de vida para los habitantes de la ciudad y de enfrentar los efectos de los procesos de crecimiento y densificación."

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificadas las variables que pueden influir en la dinámica urbanística y el valor del incentivo, se hizo la calificación de las variables mediante la herramienta Google Forms para obtener los cuatro grupos de variables que sugiere la metodología MICMAC de Godet (ver Figura 1, pág 36), todas las respuestas fueron promediadas para tener una calificación final de cada variable. Se procedió a colocar la información en la matriz MICMAC (ver figura 5).

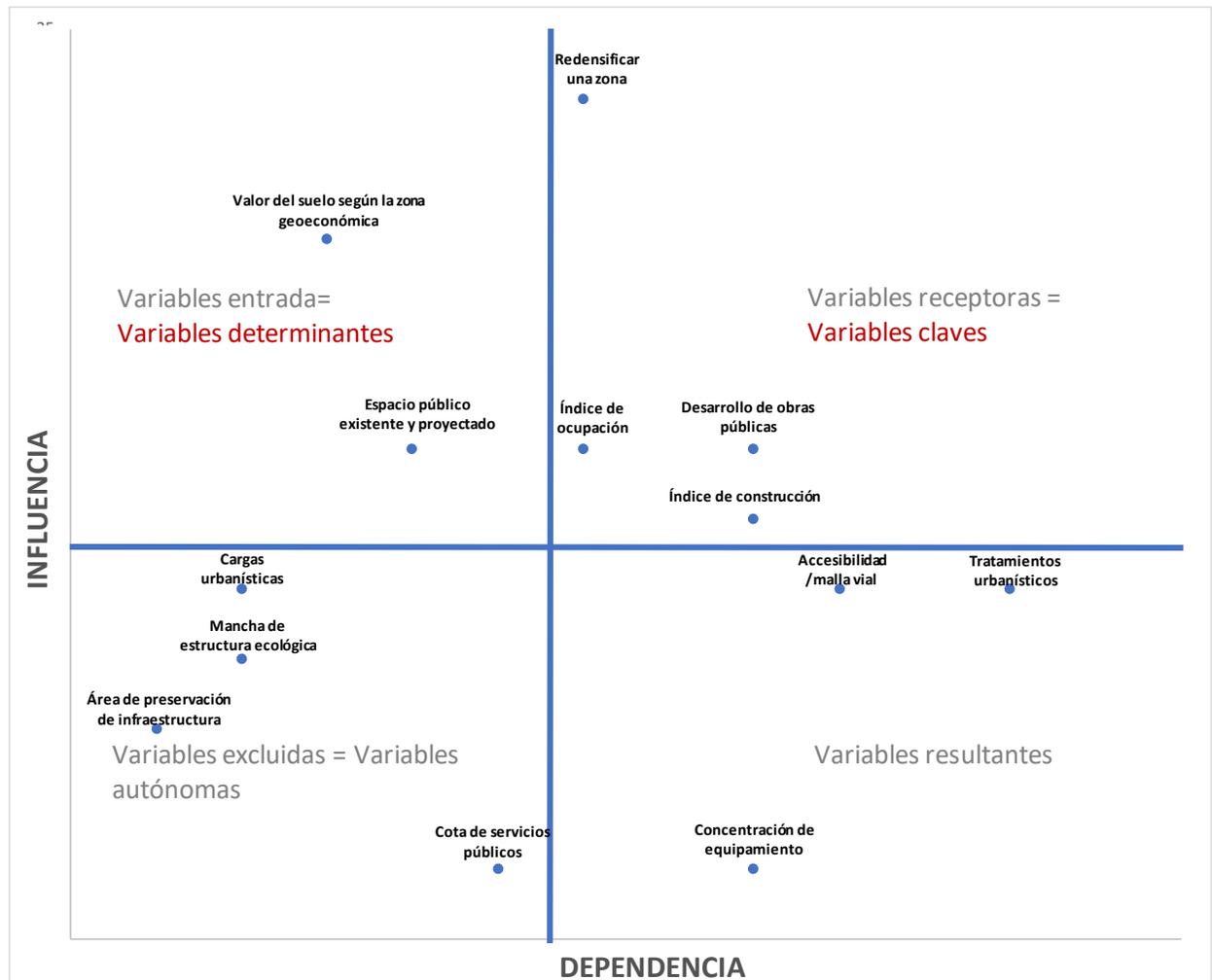
Figura 5. Calificación de variables MICMAC

Calificar de manera horizontal en nivel de INFLUENCIA de una variable sobre las otras y en forma vertical en nivel de DEPENDENCIA de una variable con respecto a las otras		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X plano
		Redensificar una zona	Valor del suelo según la zona	Área de preservación de	Mancha de estructura	Espacio público existente y	Desarrollo de obras públicas	Tratamientos urbanísticos	Índice de ocupación	Índice de construcción	Accesibilidad/malla vial	Cota de servicios	Concentración de	Cargas urbanísticas	Pago o incentivo por	Influencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Y1	Redensificar una zona	1	2	1	3	2	2	1	3	3	3	2	2	3	3	30
Y2	Valor del suelo según la zona geoeconómica	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	27
Y3	Área de preservación de infraestructura	3	2	2	2	3	2	2	1	1	3	2	2	1	2	25
Y4	Mancha de estructura ecológica	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	27
Y5	Espacio público existente y proyectado	5	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	28
Y6	Desarrollo de obras públicas	6	3	3	2	3	2	3	2	3	3	2	2	2	2	32
Y7	Tratamientos urbanísticos	7	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	2	35
Y8	Índice de ocupación	8	3	3	2	3	2	2	3	3	2	2	1	2	2	30
Y9	Índice de construcción	9	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	32
Y10	Accesibilidad/malla vial	10	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	33
Y11	Cota de servicios públicos	11	3	3	2	1	2	2	3	3	2	2	2	2	1	28
Y12	Concentración de equipamiento	12	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	32
Y13	Cargas urbanísticas	13	3	2	2	3	2	2	2	2	1	1	2	2	2	26
Y14	Pago o incentivo por participar en PSA	14	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	26
Y plano	Dependencia	36	33	27	29	31	31	29	31	30	29	24	25	29	27	

Fuente: Elaboración propia

La calificación de cada una de las catorce variables en la matriz de impactos cruzados MICMAC, permitió clasificar las variables en cuatro grupos: entrada o determinantes, receptoras o claves, resultantes, y excluidas o autónomas (ver figura 6).

Figura 6. Plano Influencia – Dependencia variables PSA



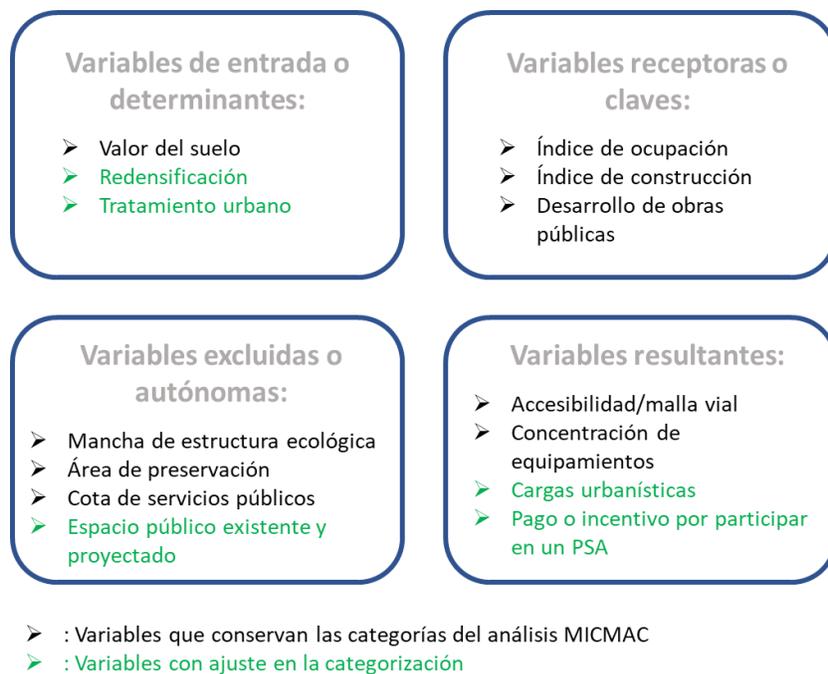
Fuente: Elaboración propia

El plano de influencia y dependencia indica que las variables de entrada o determinantes son el *Valor del suelo según la zona geoeconómica* y el *Espacio público proyectado*, lo cual indica que éstas dos variables son muy influyentes y poco dependientes, permitiendo explicar el sistema estudiado. Las variables receptoras o clave son *Redensificar una zona*, *Desarrollo de obras públicas*, *índice de ocupación* e *índice de construcción*, indicando que

estas cuatro variables son muy influyentes y dependientes, por lo tanto, pueden modificar la dinámica global del sistema. Las variables resultantes son *Tratamientos Urbanísticos*, *Accesibilidad/Malla vial* y *Concentración de equipamiento*, lo cual quiere decir que son explicadas por las variables de entrada o determinantes y las receptoras o clave. Las variables excluidas o autónomas son *Cargas urbanísticas*, *Mancha de estructura ecológica*, *Área de Preservación de infraestructura* y *Cota de servicios públicos*, lo cual indica que son poco influyentes y dependientes y no modifican la dinámica del sistema.

Después de obtener los resultados anteriores, se contrastan con el plan de ordenamiento territorial y se realiza un ajuste en la categorización de las variables (ver figura 7).

Figura 7. Categorización de las variables MICMAC



Fuente: Elaboración propia

3. Capítulo 3: Análisis del sistema de gestión y de la organización territorial

En este capítulo se describirá las relaciones de influencia de las variables de entrada o determinantes, de las variables receptoras o claves y de las variables resultantes, las cuales fueron identificadas el capítulo anterior. Las relaciones de influencia serán analizadas a partir de la información encontrada en el Plan de Ordenamiento Territorial y serán presentadas mediante un diagrama de influencia que facilitó la construcción del diagrama causal para el costo de oportunidad que impacta directamente al pago o incentivo por participar en un PSA, dando cumplimiento a la finalización del segundo objetivo específico: Examinar la estructura del sistema de gestión y organización territorial para la implementación del incentivo en un esquema de pago por servicios ambientales urbano con base en las variables clave identificadas.

3.1 Relaciones entre variables del sistema de organización territorial mediante diagramas de influencia

Aplicar el análisis estructural permite identificar las interrelaciones de cada una de las variables, las cuales definen la dinámica del sistema y facilita la construcción de los diagramas de influencia o causales. Los diagramas de influencia son una representación visual del sistema en forma de grafo que permite tomar decisiones a partir de la identificación de las relaciones de cada una de las variables que lo conforman (Ley Borrás, 2020). Los diagramas causales son útiles para ordenar las variables que intervienen y establecer las relaciones que hay en cada una de ellas, identificando si hay un aumento o disminución de éstas, se trata de una representación de la realidad, ya que el universo se

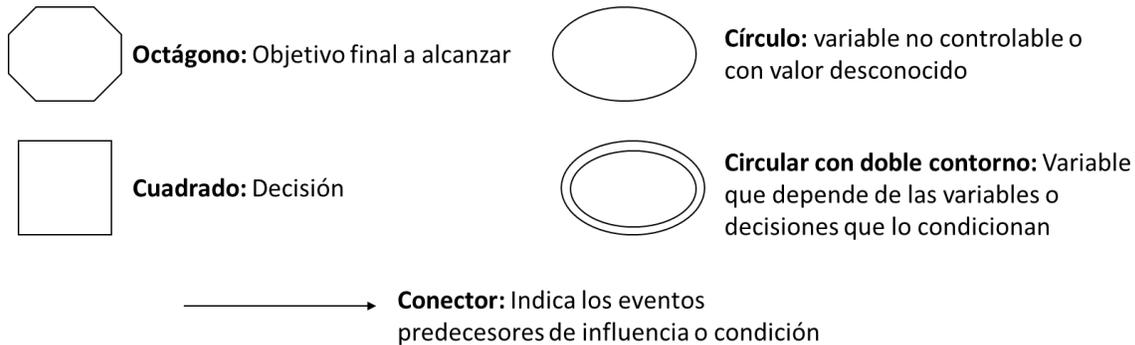
rige por el principio de la causalidad, donde todo cambio se debe a una o varias causas (García, 2018).

La matriz MICMAC puede considerarse como un enfoque de dinámica de sistemas cualitativos porque permite describir un sistema, estudiando relaciones y revelando las variables esenciales para la evolución del sistema (Mirakyan & De Guio, 2015). Por tal motivo, para el análisis del sistema de gestión y de la gestión territorial, se contemplan las variables identificadas en el capítulo anterior y se exploran las relaciones de cada una de ellas en el Plan de Ordenamiento Territorial.

Según Esseiva (2015) los diagramas de influencia permiten tener claridad de situaciones confusas y complejas al proporcionar una comprensión visual de los elementos claves de un sistema y sus interrelaciones, reflejando el impacto de cada una de las variables sobre las otras y sobre el resultado final, para su construcción se deben seguir los siguientes lineamientos:

Los diagramas de influencia deben estar compuestos por nodos que representen las situaciones relevantes, existen varios tipos, los octágonos que representan el objetivo final a alcanzar, los cuadrados que indican decisiones, los círculos que representan las variables no controlables o cuyo valor se desconocen y los circulares con doble contorno que dependerán de las variables o decisiones que los condicionan. Los nodos deben estar conectados por flechas indicando los eventos predecesores de influencia o condición.

Figura 8. Notación del diagrama de influencia



Fuente: Elaboración propia

Para la representación del diagrama causal que permitiese visualizar el impacto que ejercen las variables sobre el pago o incentivo por participar en un PSA, se seleccionaron las variables que tienen una relación directa sobre éste en el diagrama de influencias, el cual permite visualizar el aumento o disminución que ejercen cada una de las variables sobre las demás cuando existe una interrelación.

El diagrama causal se construye teniendo en cuenta las definiciones que éstos deben contemplar, según García (2018), para definir un diagrama causal se deben definir todas las variables cuantitativas o cualitativas que conforman el sistema, en donde se pueda percibir cuando aumentan o disminuyen, posteriormente, se deben añadir las flechas que indican las relaciones de dependencia que son directas y relevantes para la comprensión del sistema revisado, y finalmente, se señala el signo de las relaciones para indicar si las variables varían en el mismo sentido (signo positivo) o en sentido contrario (signo negativo).

3.2 Metodología para establecer relaciones entre las variables: diagrama de influencia y causal

3.2.1 Diagrama de influencia

Para la representación del diagrama de influencia se tomaron las variables identificadas con la matriz de doble entrada MICMAC. Las variables consideradas en este capítulo son las de entrada o determinantes, las receptoras o claves y las variables resultantes, no se contemplaron las variables autónomas porque al tener baja influencia y dependencia pueden ser excluidas sin afectar la dinámica del sistema, éstas fueron consultadas y analizadas a la luz del Plan de Ordenamiento Territorial para establecer las relaciones existentes entre cada una de ellas y así obtener la representación del sistema. Se partió de la variable *Tratamientos Urbanos*, debido a que éstos son las definiciones del POT que orientan las intervenciones en el territorio.

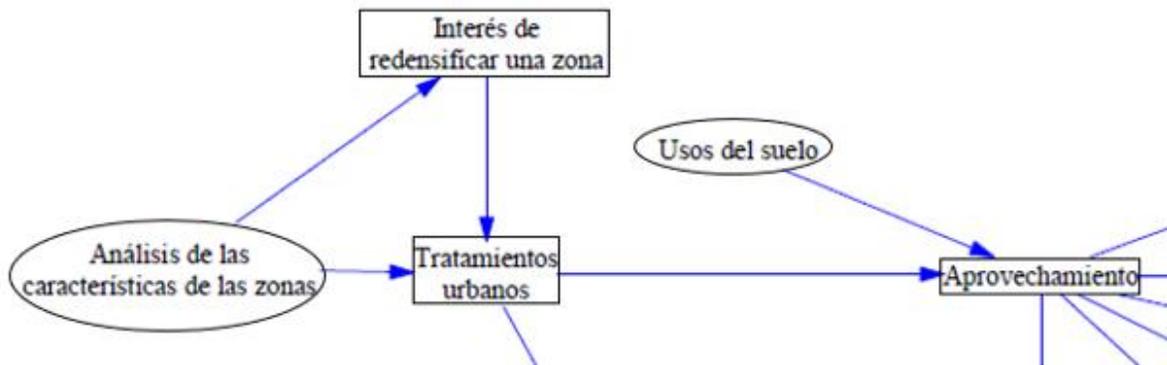
3.2.2 Diagrama causal

Para la construcción del diagrama causal se toma como base el diagrama de influencia, del cual se toman las variables que impactan directamente al costo de oportunidad y por lo tanto influyen en el pago o incentivo por participar en un PSA, del análisis de las variables en el plan de ordenamiento territorial se identifican las variaciones que pueden tener cada una de ellas con su respectivo signo.

3.3 Resultados

El primer acercamiento al sistema considera las variables: *Análisis de las características de las zonas, Interés de redensificar una zona, Tratamientos urbanos, Usos del suelo y Aprovechamiento*, la figura 9 sintetiza las relaciones identificadas entre estas.

Figura 9. Parte 1 diagrama de influencia variables claves en el pago o incentivo por participar en un PSA urbano



Fuente: Elaboración propia

Los tratamientos urbanos se definen teniendo en cuenta las características de cada zona o polígono, con el fin de asegurar espacios adecuados en la ciudad y el equilibrio entre el desarrollo y direccionamiento de gestión y financiación del suelo. Después de analizar las características de las zonas, puede originarse la necesidad de redensificar una zona, este interés influye en la asignación del tratamiento urbano que se le asigna a cada una de ellas, la redensificación es la planeación del crecimiento dentro de los límites existentes. Los tratamientos urbanos se dividen en diferentes categorías: Conservación, Consolidación, Mejoramiento Integral, Renovación Urbana y Desarrollo (el Anexo C se presenta una síntesis de los tratamientos y sus características principales como parte del análisis efectuado de esta variable). El **tratamiento de Conservación** regula el desarrollo y la transformación física de las zonas con valor patrimonial, urbanístico, arquitectónico y paisajístico, direccionando a intervenciones que las preserven, conserven, protejan y recuperen. Se presentan tres niveles de tratamiento de conservación: C1 - Tratamiento de Conservación Patrimonial en donde se establecen las limitaciones para la transformación de la estructura física de los espacios naturales, espacios públicos y sectores de interés patrimonial, acudiendo a la compensación para propietarios de terrenos por medio beneficios tributarios,

transferencias de derechos de construcción y desarrollo, entre otros. C2 - Tratamiento de Conservación Urbanística en donde las posibilidades de transformación se limitan por el desarrollo del propio sector, motivo por el cual, no se aplican mecanismos de compensación para los propietarios de los terrenos. Y C3 - Tratamiento de Conservación en zonas de influencia de Bienes de Interés Cultural Nacional, que aplica a contextos cercanos a los inmuebles declarados como Bien de Interés Cultural de la Nación, por lo cual las posibilidades de densificación o desarrollo son dictaminadas por la norma nacional mediante acto administrativo del Ministerio de Cultura.

El **tratamiento de Consolidación** regula la transformación de las estructuras urbanas, los planes se orientan a consolidar los usos del suelo y corregir el déficit que interviene en su funcionamiento, contemplando la saturación que puede surgir en el futuro. Se presentan cinco niveles de tratamiento de consolidación: CN1 – Mantenimiento, en donde la mayoría de los sectores tienen la posibilidad de redensificarse mediante el desarrollo constructivo de predios que no han sido aprovechados en la intensidad indicada por el POT, también deben contemplarse la generación de nuevas dotaciones requeridas por el proceso de redensificación como espacio público, infraestructura, entre otros. CN2 – Dotación, en donde se busca regular la transformación de las áreas urbanizadas para generar dotación, densificación moderada y adaptación de las construcciones acorde al modelo de ciudad. CN3 – Generación, comprende los sectores o áreas urbanizadas con una precaria capacidad de soporte, reflejando deficiencias en los indicadores de espacio público, equipamientos, servicios públicos y densidad vial, las acciones estarán orientadas a mejorar el espacio público, equipamientos y otras cargas locales, controlando la densificación. CN4 - Cualificación, cuyo propósito es cualificar los valores y rasgos urbanísticos, la estructura del espacio público y la tipología de la arquitectura, se posibilita la densificación moderada regulada por las normas urbanísticas. Y CN5 – Regulación, el cual contiene zonas con bajo potencial de desarrollo que deben ser reguladas y controladas, el propósito es mejorar las condiciones de la estructura urbana actual buscando la cualificación ambiental, los espacios públicos, vías y equipamientos, protegiendo las zonas verdes, razón por la cual sólo podrán

aprovecharse los predios aislados y no desarrollados que no estén contemplados en el régimen de propiedad horizontal y que no sean multifamiliares.

El **tratamiento de Mejoramiento Integral** es el conformado por las zonas con desarrollo incompleto e inadecuado, debido a que contiene los asentamientos humanos en situación de marginalidad, es donde se concentra la población de pobreza con limitaciones en acceso a bienes y servicios públicos esenciales. Las acciones se orientan a la regularización urbanística y se permitirá el desarrollo predio a predio de acuerdo con los aprovechamientos definidos garantizando que los desarrollos no se localicen en zonas de alto riesgo no recuperable o que se requieran para el espacio público o equipamientos.

El **tratamiento de Renovación Urbana** contiene las zonas deterioradas o en conflicto funcional y/o en transformación, las acciones están orientadas a recuperar y transformar las áreas urbanizadas con presencia de deterioro físico, ambiental y social o que tienen gran potencial de edificación y se encuentran subutilizadas respecto al modelo de ocupación.

El **tratamiento de Desarrollo** contempla las zonas urbanizables o construibles localizadas en suelo urbano y de expansión, su desarrollo está condicionado a la formulación, aprobación y adopción del plan parcial. Este tratamiento se clasifica en: D – Desarrollo en suelo urbano, cuyo propósito es la correcta articulación de los predios a desarrollar con la malla urbana existente, procurando la integración de los proyectos a la ciudad, la cesión y dotación para la consolidación de futuros sectores urbanos que cumplan con la dotación de espacio público, equipamientos, vías y servicios públicos. DE - Desarrollo en suelo de expansión urbana, con el propósito de habilitar los predios en suelo de expansión para el uso urbano, acondicionándolos con infraestructura de servicios públicos, equipamientos, espacios públicos y accesibilidad vial.

El **tratamiento de Áreas para la Preservación de Infraestructuras** y del sistema público y colectivo (API) son áreas que están ocupadas o destinadas para equipamientos, áreas ambientales, espacio público e infraestructuras que deben mantenerse en el tiempo como

soporte del sistema estructurante de la ciudad, su desarrollo es restringido y toda intervención urbanística o constructiva se gestionará mediante un Plan Maestro. Se puede concluir que, la distribución de zonas en cada tratamiento está determinada por el análisis de las características de cada una.

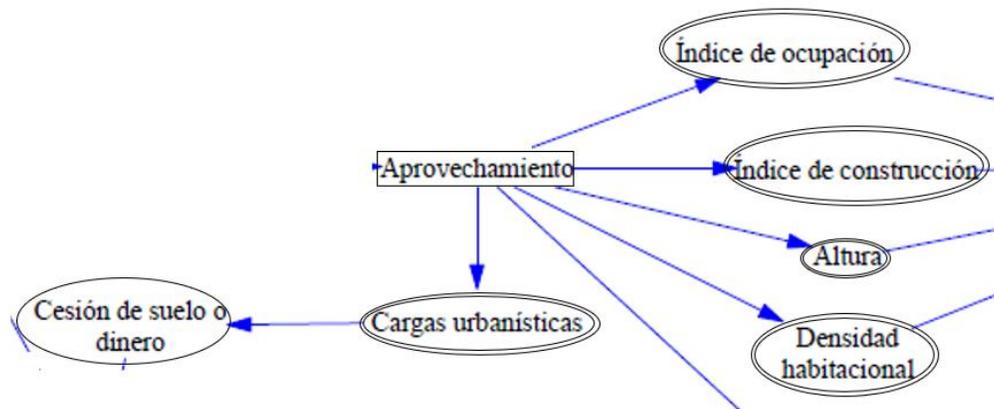
Después de analizar la clasificación de los tratamientos urbanos, es pertinente explicar la variable **uso del suelo**, porque permite establecer las características para la utilización y ocupación del suelo en cada una de las zonas de cada tratamiento, se cuenta con tres áreas generales de uso, *alta, media y baja mixtura*, para todas ellas se establece un porcentaje de construcción para las diferentes actividades como: residencial, comercial, industrial, de servicios, dotacional, espacios públicos existentes y proyectados. Las áreas de intensidad de usos se detallan en subcategorías y se reglamentan en aspectos de localización y mitigación de impactos, condicionado al tamaño en metros cuadrados, número de usuarios que podrían llegar a tenerse y las características de los impactos que se generarían en el entorno.

Las áreas de alta mixtura son aquellas en donde predominan las actividades económicas y la prestación de servicios públicos, con menor intensidad del uso residencial. Las áreas de media mixtura son las que poseen una intensidad media de actividades urbanas en relación con la residencia o vivienda, tienen diferentes tamaños, accesibilidad, condiciones de localización y vocación económica, pueden contener economías de aglomeración en menor medida que las de alta mixtura. Las áreas de baja mixtura son aquellas en donde el uso predominante es la vivienda y permite la mezcla de actividades económicas de uso cotidiano que no generen impactos ambientales y urbanísticos.

Las áreas generales de uso juegan un papel importante en el sistema de gestión y organización territorial porque son las que relacionan los porcentajes mínimos y máximos de vivienda y otros usos, en donde se encuentra la variable **aprovechamiento**, siendo éste el número de metros cuadrados de edificación autorizados por la norma urbana, del cual se

establecen las variables: **índice de ocupación** o **altura**, **índice de construcción** y **densidad habitacional**, todas éstas son las que determinan el potencial constructivo de una determinada zona. Los aprovechamientos generan beneficios en términos de uso y edificabilidad generando **cargas urbanísticas**, entendidas como las obligaciones que tienen los propietarios para contribuir a la consolidación de espacio público mediante la **cesión en suelo o dinero** (en la figura 10 se visualizan las relaciones de estas variables), con el fin de implementar vías públicas, incluyendo proyectos viales aprobados por el Departamento Administrativo de Planeación, espacios de esparcimiento y encuentro, equipamiento básico social y/o comunitario, redes de servicios públicos, áreas verdes, entre otros.

Figura 10. Parte 2 diagrama de influencia variables claves en el pago o incentivo por participar en un PSA urbano



Fuente: Elaboración propia

En el POT de Medellín también se menciona el **Sistema público y colectivo**, el cual orienta esa ocupación del espacio común de los habitantes, se compone de los subsistemas Espacio Público de esparcimiento y encuentro, Equipamientos, Patrimonio cultural inmueble, Servicios públicos y Movilidad. Este sistema se desarrollará mediante el diseño e implementación de programas y proyectos gestionados por la Administración municipal con el propósito de satisfacer las necesidades básicas de los habitantes como la educación, salud, recreación y deportes, culturales, entre otros. Para la materialización de los planes

generados se **Desarrollan obras públicas** que son sometidas a licitaciones públicas, la figura 11 describe las relaciones identificadas entre estas variables.

Figura 11. Parte 3 diagrama de influencia variables claves en el pago o incentivo por participar en un PSA urbano

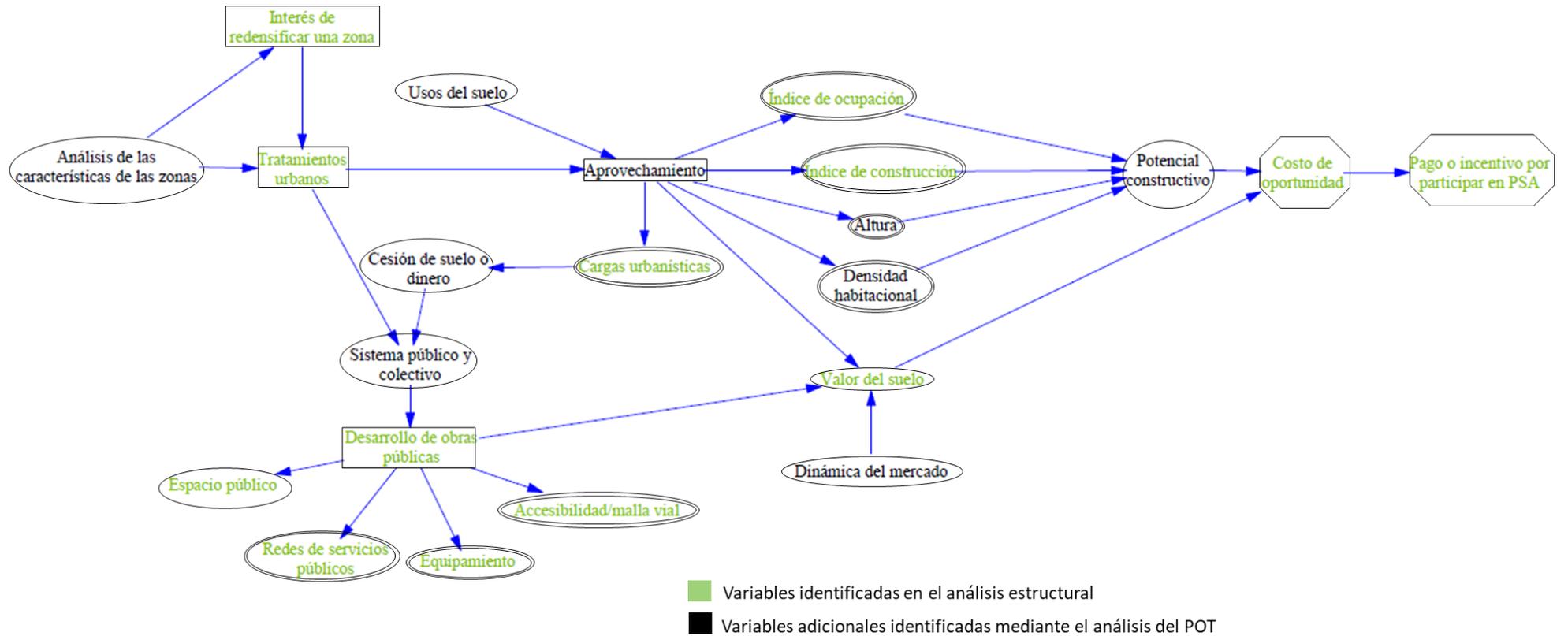


Fuente: Elaboración propia

Al hacer una descripción de las variables anteriores, se procede a establecer la relación existente de la variable de entrada **Valor del suelo según la zona geoeconómica** con el sistema de gestión territorial. Para Gaviria (2014), gran parte del valor del suelo está determinado por lo que se puede desarrollar en cada predio, además de otras variables como la oferta, la demanda, la moda, el prestigio, la calidad de los entornos, el acceso al transporte, equipamientos, vías de acceso, entre otros, indicando que el valor del suelo es influenciado por el aprovechamiento, el desarrollo de obras públicas cercanas y otras variables asociadas a la dinámica del mercado. Finalmente, son las variables del potencial constructivo y el valor del suelo las que impactan directamente el cálculo del costo de oportunidad en el sector de la construcción, el cual es determinante para el pago o incentivo por participar en un PSA urbano.

El análisis realizado a las variables mencionadas anteriormente tomando como base el Plan de Ordenamiento territorial, permitió la obtención del diagrama de influencia (ver figura 8), en donde se refleja la estructura del sistema de gestión y organización territorial para la implementación del incentivo en un esquema de pago por servicios ambientales urbano con base en las variables clave identificadas a partir de la matriz MICMAC, las cuales fueron presentadas en el capítulo 2.

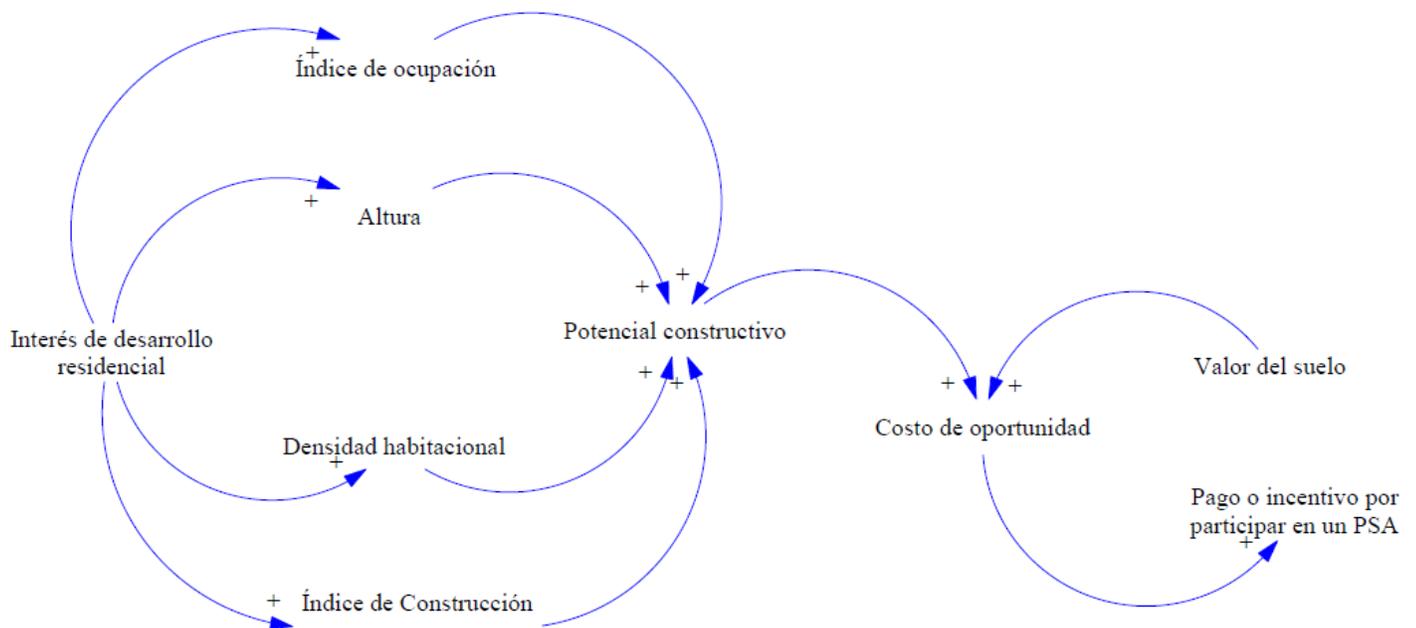
Figura 12. Diagrama de influencia variables claves en el pago o incentivo por participar en un PSA urbano



Fuente: Elaboración propia

A partir del diagrama de influencia, se observa que las variables que influyen directamente en el *Pago o incentivo por participar en un PSA* urbano son el *Potencial constructivo* que depende del *Índice de ocupación o altura*, el *Índice de construcción* y la *densidad habitacional*, y el *Valor del suelo*. Estas variables pueden ser representadas en un diagrama causal que facilita el desarrollo del tercer capítulo consistente en calcular el costo de oportunidad de un conjunto de predios, evidenciando el tipo de influencia ejercida por cada una de las variables (ver figura 9). Para tener una visión completa en el diagrama causal, se complementó con la variable *Interés de desarrollo residencial*, la cual dependerá de las características de cada zona y las definiciones del tratamiento urbano con sus respectivos aprovechamientos. El aumento en cualquiera de las variables genera un incremento en el pago o incentivo por participar en un PSA.

Figura 13. Diagrama causal en el Pago o incentivo por participar en un PSA



Fuente: Elaboración propia

4. Capítulo 4: Caso base: estimación de costo de oportunidad en área urbana

En este capítulo se contextualizará sobre el esquema PSA y el incentivo, se detalla la metodología utilizada para calcular el costo de oportunidad en el sector de la construcción, basada en la realización de cálculos matemáticos a partir de índices, valores e indicadores proporcionados por diferentes entidades, y finalmente, se presentan los resultados obtenidos del costo de oportunidad para cuatro predios seleccionados, ubicados en Sabaneta y Medellín, dando cumplimiento a la finalización del tercer y último objetivo específico: Estimar el costo de oportunidad de una actividad productiva para un conjunto seleccionado de predios en el área urbana del valle de Aburrá como caso base de estudio.

4.1 Estimación del costo de oportunidad

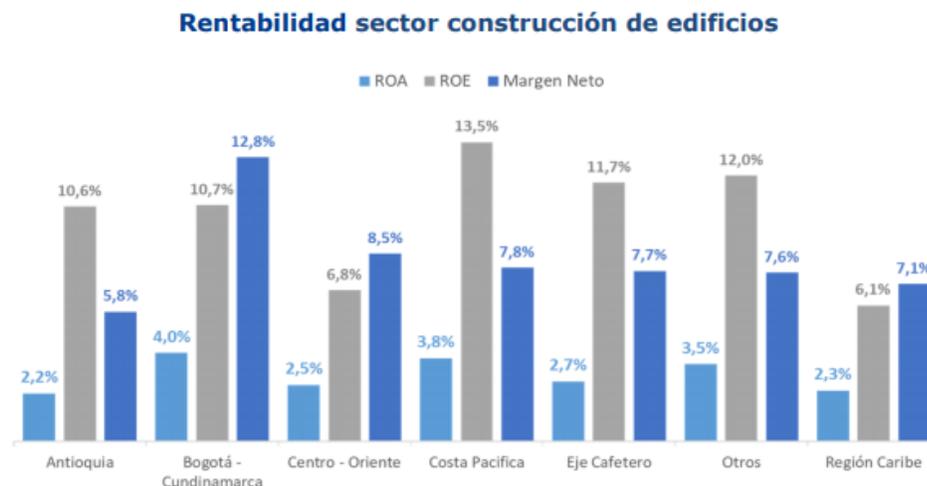
En el Área Metropolitana el costo de oportunidad para el esquema PSA rural se calcula mediante la estimación del beneficio económico neto (BEN) o el valor de la renta de la tierra (VRT) de las producciones más representativas. Para el cálculo del BEN se tabulan los ingresos y egresos en un flujo de fondos de 9 años, incluyendo las inversiones, se estima el valor presente neto (VPN) para igualar los flujos de diferentes años empleando una tasa de descuento del 7,5% en pesos constantes, el VPN resultante es el que se toma como BEN de todo el periodo representativo en el año cero (0). Se determina el valor anual mediante el cálculo de la anualidad equivalente, este valor es conocido como el Valor Anual Equivalente (VAE) y se asimila al BEN y el VAE. Para el cálculo del VRT, se toma la utilidad y se le resta los costos de producción, las inversiones y los intereses de los créditos que se hayan adquirido (Ecoversa, 2015). El costo de oportunidad ha sido calculado para el sector agropecuario, específicamente para la ganadería de leche y ganadería doble propósito, en donde se han tenido en cuenta los ingresos por ventas, el valor de la mano de obra, el costo de los insumos y la materia prima, las amortizaciones, las depreciaciones, entre otras.

4.2 Metodología propuesta para estimación del costo de oportunidad

Para la estimación del costo de oportunidad se utilizaron las variables: *índice de ocupación o altura*, *índice de construcción*, y el *valor del suelo*, todas estas fueron identificadas en el capítulo 2 y 3, también se utilizó el indicador financiero margen neto del sector de la construcción en Antioquia, el valor del metro cuadrado y la tasa de descuento. Se seleccionaron 4 predios, uno ubicado en el municipio de Sabaneta y tres en Medellín, a los cuales se les aplicó la misma metodología que se detalla a continuación.

Se consultó el informe presentado por la Superintendencia de Sociedades para el sector de la construcción y así obtener el margen neto del sector que permitió el cálculo de la utilidad, según la Superintendencia de Sociedades (2018) la rentabilidad del sector en la región de Antioquia es la siguiente: ROA de 2.2%, ROE de 10.6% y un margen neto de 5.8% (ver figura 10).

Figura 14. Margen neto medido como $[Ganancias/Pérdidas / Ingresos operacionales]$, ROE como $[Ganancias/Pérdidas / Patrimonio]$ y ROA $[Ganancias/Pérdidas / Activo]$



Fuente: Superintendencia de Sociedades

El margen neto es el beneficio neto expresado como porcentaje de las ventas (Dorsey, 2019), también es conocido como margen de rentabilidad de los ingresos, el cual permite medir el beneficio obtenido por cada unidad de venta (Torres, 2018). Para calcular el costo de oportunidad del sector de la construcción en el Valle de Aburrá se empleará un margen neto del 5.8% sobre el total de los ingresos por ventas.

Para calcular el valor de los ingresos por ventas se requiere tener disponible el área de los predios seleccionados que podrían ser destinados para la actividad de la construcción, su ubicación y el valor del metro cuadrado. En los municipios que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se han asignado aprovechamientos urbanísticos para los diferentes polígonos, considerando límites máximos normativos aplicables, en donde es obligatoria la utilización de la densidad o el índice de ocupación o, la altura o el índice de construcción. El límite máximo se determina mediante el parámetro que primero se alcance, de acuerdo con la normatividad de la localización del polígono. (Plan Básico de Ordenamiento Territorial Municipio de Sabaneta, 2019).

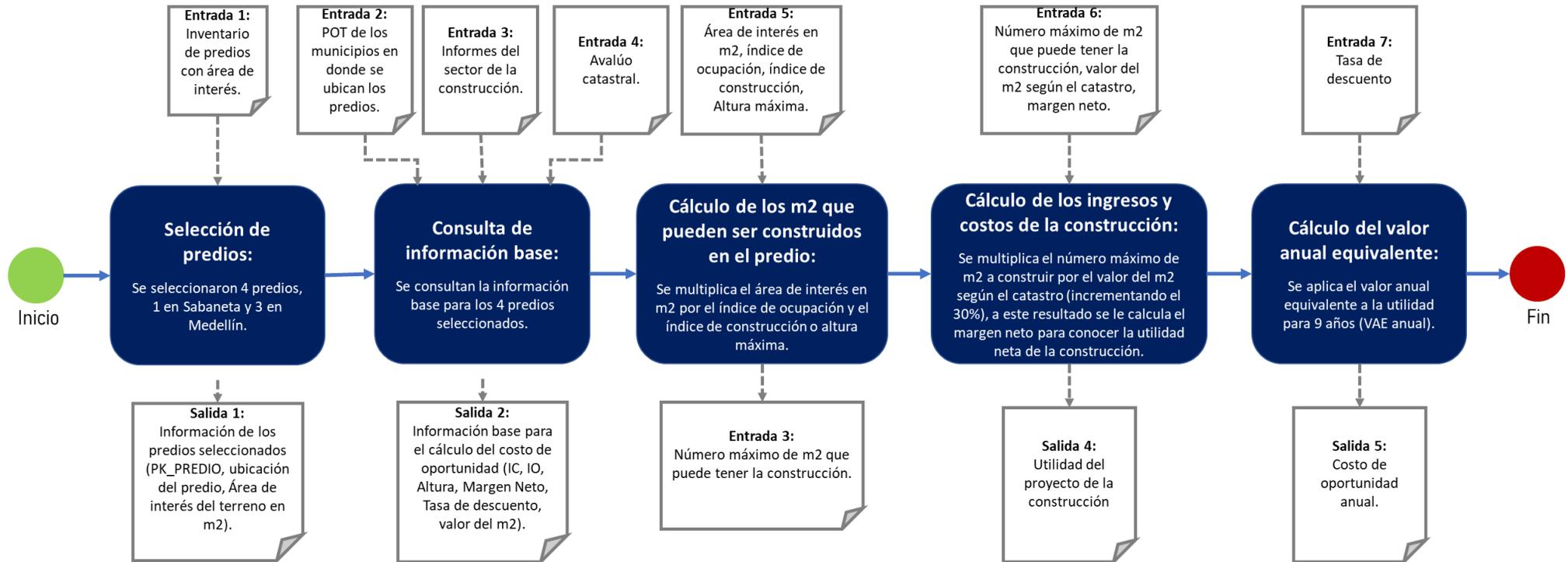
De acuerdo con lo anterior, se debe determinar cuál es la porción de área de interés que será utilizado para la realización del cálculo del costo de oportunidad. Para este ejercicio se han consultado en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), los índices de ocupación, de construcción y la altura de los polígonos correspondientes a los predios elegidos. El Plan de Ordenamiento Territorial es un instrumento técnico definido en la Ley 388 de 1997, con el objetivo de que cada municipio y distrito de Colombia planifiquen el ordenamiento del territorio rural y urbano y así mejorar la calidad de vida de sus habitantes (sdp, s.f.), en él se definen los aprovechamientos y obligaciones urbanísticas, los aprovechamientos se fijan en índices de construcción o altura, entendido como el número máximo que la superficie del lote o predio puede convertirse en área construida, e índices de ocupación que indican la porción de área que puede ocupar la edificación en el primer piso bajo cubierta (Alcaldía de Medellín, 2014).

Una vez obtenida el área que puede ser ocupada por la construcción, se procederá a calcular los ingresos por ventas a partir del valor del metro cuadrado proporcionado por el Catastro. El avalúo catastral se utiliza para fijar los impuestos sin tener en cuenta las condiciones del mercado y tienen un valor máximo equivalente del 70% del valor comercial en predios urbanos (Metro cuadrado, 2018). Por esta razón, al valor proporcionado por el Catastro se le realizará el aumento del 30% procurando una aproximación al valor comercial del metro cuadrado, sin embargo, no se garantiza que dicho valor contemple todas las variables del mercado actual. El valor del metro cuadrado resultante será multiplicado por los metros cuadrados máximos que pueden ser construidos en el predio. A los ingresos totales por venta se le cuantificará la posible utilidad que obtendría el constructor mediante la utilización del margen neto del 5,8 %. Este valor será tomado como el VPN o BEN, porque el margen neto considera los ingresos generados en una actividad menos los costos, gastos y obligaciones que se producen de dicha actividad (Ortiz, 2015).

Finalmente, la utilidad será distribuida en anualidades de 9 periodos con una tasa de descuento, semejando el plazo del PSA vigente en el Valle de Aburrá para las zonas rurales. Según Parra (2015) la tasa de descuento que debe tenerse en cuenta en el sector de la construcción es del 8.86%, este valor fue calculado con la estimación del WACC en el sector de estudio.

A continuación, se presenta el esquema de la metodología utilizada para el cálculo del costo de oportunidad:

Figura 15. Esquema metodológico del cálculo del costo de oportunidad



Fuente: Elaboración propia

4.3 Resultados

Se seleccionaron cuatro predios, uno ubicado en el municipio de sabaneta y tres en el municipio de Medellín, en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Predio 1: Según el POT de Sabaneta (2019), el predio se encuentra ubicado en el sector El Carmelo, exactamente el polígono R_RED_4, con cercanía a la estación del metro de Sabaneta. El polígono cuenta con concentración de actividades productivas y está incluido en las zonas de Redesarrollo.

Tabla 5. Descripción predio 1

PK PREDIO/CBML	6,311E+18
ÁREA DE INTERÉS	8477,260874
NOMBRE DEL MUNICIPIO	Sabaneta
BARRIO O SECTOR	El Carmelo
CODIGO_POL	R_RED_4
IC TOTAL	4,5
IO	50%
ALTURA TOTAL	20
VALOR M2 CATASTRO	\$ 1.354.052

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos para el primer predio fueron los siguientes:

Tabla 6. Cálculo costo de oportunidad predio 1

PK_PREDIO_	6,311E+18
Ubicación del predio	Sabaneta
Área de interés del terreno en m2	8477,260874
Índice de Ocupación	50%
Área en m2 de suelo que puede ser ocupada por la edificación en primer piso	4238,630437
Índice de Construcción	4,5

Altura máxima	20	
Metros cuadrados totales de construcción	84772,60874	
% Ganancias y pérdidas del constructor		
	5,8%	
Valor del metro cuadrado catastro + 30%	\$ 1.934.360	
Ingresos totales por venta	\$ 163.980.743.440	
Costo total de la construcción	\$ 154.469.860.321	
Utilidad para el constructor	\$ 9.510.883.120	
Valor anual equivalente - VAE (8,86%)	8,86%	\$ 1.577.386.355,74
Valor del costo de oportunidad mensual por m2	\$15.506,05	

Fuente: Elaboración propia

Este resultado indica que, para el área total de interés, la cual tiene una medida de 8477,260874 m² en Sabaneta, el costo de oportunidad anual en el sector de la construcción de vivienda nueva sería de \$1.577.386.355,74. El valor del costo de oportunidad mensual por m² es de \$15.506,05.

Predio 2: Según el POT de Medellín (2014), el predio se encuentra ubicado en el sector Los Naranjos, exactamente el polígono Z5_CN5_17, es un polígono con tratamiento de consolidación nivel 5, lo cual significa que es un sector de suelo urbano de desarrollo formal al utilizar gran parte del potencial de aprovechamiento siguiendo la normatividad vigente. El objetivo de esta zona es mejorar las condiciones de la estructura urbana actual, procurando la cualificación ambiental, de los equipamientos, los espacios públicos.

Tabla 7. Descripción predio 2

PK PREDIO/CBML	14100050053
ÁREA DE INTERÉS	2506,172003
NOMBRE DEL MUNICIPIO	Medellín

BARRIO O SECTOR	Las Lomas No.1, Las Lomas No.2, La Florida, El Tesoro, Alejandría, Los Naranjos, Los Balsos No.2, Los Balsos No.1, Plan Parcial Loma de Los González y San Lucas
CODIGO_POL	Z5_CN5_17
IC TOTAL	1,2
IO	80%
ALTURA TOTAL	20
VALOR M2 CATASTRO	\$ 2.958.468

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos para el segundo predio fueron los siguientes:

Tabla 8. Cálculo costo de oportunidad predio 2

PK_PREDIO	14100050053
Ubicación del predio	Medellin
Área de interés del terreno en m2	2506,172003
Índice de Ocupación	80%
Área en m2 de suelo que puede ser ocupada por la edificación en primer piso	2004,937602

Índice de Construcción	1,2
Altura máxima	20
Metros cuadrados totales de construcción	40098,75204

% Ganancias y pérdidas del constructor	5,8%
---	------

Valor del metro cuadrado catastro + 30%	\$ 4.226.383
Ingresos totales por venta	\$ 169.472.678.232
Costo total de la construcción	\$ 159.643.262.894
Utilidad para el constructor	\$ 9.829.415.337

Valor anual equivalente - VAE (8,86%)	8,86%	\$ 1.630.215.138,10
Valor del costo de oportunidad mensual por m2	\$ 54.206,68	

Fuente: Elaboración propia

Este resultado indica que, para el área total de interés, la cual tiene una medida de 2506,172003 m2 en Medellín, el costo de oportunidad anual en el sector de la construcción de vivienda nueva sería de \$1.630.215.138,10. El valor del costo de oportunidad mensual por m2 es de \$ 54.206,68.

Predio 3: Según el POT de Medellín (2014), el predio se encuentra ubicado en el sector Los Balsos No. 1, exactamente el polígono Z5_CN5_17, al igual que el predio anterior, es un polígono con tratamiento de consolidación nivel 5, lo cual significa que es un sector de suelo urbano de desarrollo formal al utilizar gran parte del potencial de aprovechamiento siguiendo la normatividad vigente. El objetivo de esta zona es mejorar las condiciones de la estructura urbana actual, procurando la cualificación ambiental, de los equipamientos, los espacios públicos.

Tabla 9. Descripción predio 3

PK PREDIO/CBML	14110040022
ÁREA DE INTERÉS	21250
NOMBRE DEL MUNICIPIO	Medellín
BARRIO O SECTOR	Las Lomas No.1, Las Lomas No.2, La Florida, El Tesoro, Alejandría, Los Naranjos, Los Balsos No.2, Los Balsos No.1, Plan Parcial Loma de Los González y San Lucas
CODIGO_POL	Z5_CN5_17
IC TOTAL	1,2
IO	40%
ALTURA TOTAL	20
VALOR M2 CATASTRO	\$ 1.670.515

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos para el tercer predio fueron los siguientes:

Tabla 10. Cálculo costo de oportunidad predio 3

PK_PREDIO_	14110040022
Ubicación del predio	Medellin

Área de interés del terreno en m2	21250,00
Índice de Ocupación	40%
Área en m2 de suelo que puede ser ocupada por la edificación en primer piso	8500

Índice de Construcción	1,2
Altura máxima	20
Metros cuadrados totales de construcción	170000

% Ganancias y pérdidas del constructor	5,8%
--	------

Valor del metro cuadrado catastro + 30%	\$ 2.386.450
Ingresos totales por venta	\$ 405.696.500.000
Costo total de la construcción	\$ 382.166.103.000
Utilidad para el constructor	\$ 23.530.397.000

Valor anual equivalente - VAE (8,86%)	8,86%	\$ 3.902.532.152,52
Valor del costo de oportunidad mensual por m2	\$ 15.304,05	

Fuente: Elaboración propia

Este resultado indica que, para el área total de interés, la cual tiene una medida de 21250 m2 en Medellín, el costo de oportunidad anual en el sector de la construcción de vivienda nueva sería de \$3.902.532.152,52. El valor del costo de oportunidad mensual por m2 es de \$ 15.304,05.

Predio 4: Según el POT de Medellín (2014), el predio se encuentra ubicado en el sector Calazans, exactamente el polígono Z4_CN1_18, es un polígono con tratamiento de consolidación nivel 1, lo cual significa que es un sector de suelo urbano una morfología predial y urbana coherente con el modelo de ocupación planteado en el POT. Son predios que tienen la posibilidad de redensificarse mediante la construcción en predios que aún no han sido aprovechados.

Tabla 11. Descripción predio 4

PK PREDIO/CBML	12020030001
ÁREA DE INTERÉS	6957,409608

NOMBRE DEL MUNICIPIO	Medellín
BARRIO O SECTOR	Estadio, Calasanz, La Floresta, La América
CODIGO_POL	Z4_CN1_18
IC TOTAL	3,4
IO	80%
ALTURA TOTAL	0
VALOR M2 CATASTRO	\$ 1.140.726

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos para el cuarto predio fueron los siguientes:

Tabla 12. Cálculo costo de oportunidad predio 4

PK_PREDIO_	12020030001
Ubicación del predio	Medellín
Área de interés del terreno en m2	6957,409608
Índice de Ocupación	80%
Área en m2 de suelo que puede ser ocupada por la edificación en primer piso	5565,927687

Índice de Construcción	3,4
Altura máxima	0
Metros cuadrados totales de construcción	18924,15413

% Ganancias y pérdidas del constructor	5,80%
---	-------

Valor del metro cuadrado catastro + 30%	\$ 1.629.609
Ingresos totales por venta	\$ 30.838.963.784
Costo total de la construcción	\$ 29.050.303.885
Utilidad para el constructor	\$ 1.788.659.899

Valor anual equivalente - VAE (8,86%)	8,86%	\$ 296.650.446,13
Valor del costo de oportunidad mensual por m2	\$3.553,17	

Fuente: Elaboración propia

Este resultado indica que, para el área total de interés, la cual tiene una medida de 6957,409608 m2 en Medellín, el costo de oportunidad anual en el sector de la construcción



de vivienda nueva sería de \$296.650.446,13. El valor del costo de oportunidad mensual por m² es de \$3.553,17.

5. Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Al realizar la aplicación del análisis estructural mediante la utilización de la matriz MICMAC y el análisis del Plan de Ordenamiento Territorial, se logran identificar las variables a tener en cuenta para la definición de un esquema PSA Urbano: el *valor del suelo*, la *redensificación*, los *tratamientos urbanos*, el *índice de ocupación*, el *índice de construcción*, el *desarrollo de obras públicas*, la *accesibilidad/malla vial*, la *concentración de equipamientos*, las *cargas urbanísticas* y el mismo *pago o incentivo por participar en un PSA*.

Al analizar la estructura del sistema de gestión y organización territorial para la implementación del incentivo en un esquema PSA urbano con base en las variables identificadas, se logra reconocer la interrelación entre cada una de ellas permitiendo concluir que las variables de *valor del suelo* y *potencial constructivo* son las que impactan directamente al *costo de oportunidad* y por lo tanto son determinantes en el *pago o incentivo de un PSA*. El potencial constructivo depende de las variables *índice de ocupación* o *altura*, *índice de construcción* y *densidad habitacional*.

Las variables asociadas al potencial constructivo y el valor del suelo son utilizadas para realizar el cálculo del costo de oportunidad en los predios seleccionados, se observa que un valor alto en cualquiera de estas variables genera un mayor valor en el costo de oportunidad y por ende el valor del pago o incentivo para participar en un PSA urbano también sería mayor.

Además, se puede concluir que los predios ubicados en polígonos con tratamientos urbanos que favorezcan la redensificación tendrán un mayor valor de costo de oportunidad, puesto que el potencial constructivo será mayor. En este sentido, sería más favorable implementar un esquema PSA urbano en los predios ubicados en los polígonos cercanos a los bordes de protección, debido a que no se tendría un costo de oportunidad tan alto relacionado a la

redensificación y se estaría promoviendo la conectividad ecológica. La implementación de un PSA urbano requiere una menor inversión, si se concentra en los predios que tienen menor valor del metro cuadrado, menores índices de ocupación, construcción y altura.

Si bien la estimación del costo de oportunidad tradicional contempla los ingresos y costos de una actividad productiva primaria, al realizar el cálculo del costo de oportunidad en el sector de la construcción también se están contemplando los ingresos y costos de dicha actividad económica, la diferencia radica en las fuentes utilizadas para calcular los rubros que servirían de insumo para la realización del cálculo. En este sentido, se siguen contemplando las variables ingresos y costos del método tradicional, las variables adicionales propias de un contexto urbano en el sector de la construcción que podrían ser utilizadas para la estimación del pago en un esquema PSA son el *índice de construcción*, el *índice de ocupación o altura* y el *valor del metro cuadrado*.

En la metodología de análisis estructural, es ideal realizar las valoraciones con personal experto para acertar en la clasificación de variables, en este trabajo, se vio la necesidad de hacer un análisis de escritorio para refrendar los resultados obtenidos en los talleres respecto a la conceptualización del POT. La metodología resulta ser muy útil para estudiar y explorar rápidamente un sistema e identificar sus componentes principales cuando no se es experto en el tema, es una herramienta que permite recoger el conocimiento de un grupo de personas mediante talleres de discusión.

En el diagrama de influencia, se recogen las líneas de gestión de los planes de ordenamiento territorial que inciden o que deben ser materia de análisis para articular un programa de PSA al sistema de ordenamiento territorial, los resultados obtenidos cumplen el propósito general de tener un esquema base de análisis para la estimación del incentivo.

5.2 Recomendaciones

En este trabajo de grado se analizaron las variables claves que deben ser tenidas en cuenta para el cálculo del costo de oportunidad en el sector de la construcción, para fortalecer los resultados o emprender investigaciones similares podría hacerse lo siguiente:

- Fortalecer el cálculo del costo de oportunidad en el sector de la construcción con el valor del metro cuadrado real y concordante con la dinámica del mercado actual.
- Realizar el cálculo de costo de oportunidad para otro tipo de sector o actividad económica que permita aproximarse al valor del incentivo en predios con diferente destinación económica.
- Analizar el valor ambiental que genera la protección de los predios urbanos y así comparar el costo beneficio que se obtendría, procurando maximizar el beneficio ambiental al menor costo posible.

Referencias

- Aguilar-Gómez, C. R., Franco-Maass, S., & Arteaga-Reyes, T. T. (2018). *Differentiated payments for environmental services schemes: A methodology proposal*. Journal of Mountain Science, 15(8), 1693-1710. doi:10.1007/s11629-017-4800-6
- Ahmadi, B., & Moradkhani, H. (2019). *Revisiting Hydrological Drought Propagation and Recovery Considering Water Quantity and Quality*. Hydrological Processes. doi:10.1002/hyp.13417
- Akbar Barati, A., Azadi, H., Dehghani Pour, M., Lebailly, P., & Qafori, M. (2019). *Determining Key Agricultural Strategic Factors Using AHP-MICMAC*. <https://doi.org/10.3390/su11143947>
- Alcaldía de Medellín, (2014). Acuerdo 48 de 2014. Por medio del cual se adopta la revisión y ajuste de largo plazo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones complementarias. Recuperado el 30 de noviembre de: https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/ProgramasyProyectos/Shared%20Content/Documentos/2014/POT/ACUERDO%20POT-19-12-2014.pdf
- Alcaldía de Medellín. (2014). *Revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín*. Formulación Tomo IVA. Medellín, Colombia.
- Andrea, P., & Prieto, H. (2014). *De los servicios públicos domiciliarios como derecho fundamental. un derecho de la población vulnerable: estudio comparado-colombia frente a España*. Recuperado el 6 de julio de 2020 de: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1926/1/Servicios_Publicos_Domiciliarios_un_derecho_de_la_Poblacion_Vulnerable.pdf

Ansolin, R. D., Santos, K. S. M., Fernandes, A. P. D., & Schinato, F. (2018). *Environmental valuation of permanent preservation areas of the passaúna river watershed, paraná state*. [Valoração ambiental em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Passaúna, Estado do Paraná] *Revista De Ciencias Agroveterinarias*, 17(1), 118-127. doi:10.5965/223811711712018118

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. ACUERDO METROPOLITANO No 31. (2019). *“Por medio del cual se adopta el Plan Estratégico Metropolitano de Ordenamiento Territorial del Valle de Aburrá”*, Medellín, Colombia, 27 de diciembre de 2019

BanCo2. *¿Sabes cómo nació BanCO2?*. Recuperado el 9 de abril de 2020 de: <https://www.banco2.com/contenido/historia>

Brunett, E. (2012). *EL COSTO DE OPORTUNIDAD COMO INSTRUMENTO DE APOYO PARA EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES, Caso de estudio: Programa de pago por servicios ambientales hidrológicos en el Estado de México*, (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México

Cram, S., Cotler, H., Morales, L., Sommer, I., y Carmona, E. (2008). *Identificación de los servicios ambientales potenciales de los suelos en el paisaje urbano del Distrito Federal*. *Investigaciones geográficas*, (66), 81-104. Recuperado en 07 de abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112008000200006&lng=es&tlng=en

Decreto 1007. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá, DC., Colombia, 14 de junio de 2018

Diaz MF; Enciso K; Triana N; Muriel J; Burkart S. (2019). *Pagos por Servicios Ambientales para sistemas silvopastoriles en Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia

- Dorsey, P., (2019). *Las cinco reglas para invertir en acciones con éxito: Guía Morningstar para crear riqueza y batir al mercado*, España, Ediciones Deusto
- Ecoversa, (2015). *Reglamentación de pagos por servicios ambientales. Definición de sus bases técnicas, jurídicas y económicas, como un instrumento financiero del POT del municipio de Medellín*, Corporación Ecoversa
- Espinoza, E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. *Revista Conrado*. 14. 39-49.
- Esseiva, F. (2015). *Diagramas de influencia, una herramienta para comprender la incertidumbre y tomar decisiones*. Recuperado el 2 de noviembre de 2020 de: <https://tandemsd.com/diagramas-de-influencia-una-herramienta-para-comprender-la-incertidumbre-y-tomar-decisiones/>
- FAO. (2009). *Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas en América Latina*. Santiago, Chile. Recuperado el 15 de abril de 2020 de: <http://www.fao.org/3/a-i0822s.pdf>
- Figueroa, E. (2010). *Valoración Económica Detallada de las Áreas Protegidas de Chile*, Salesianos Impresores S.A., Santiago de Chile, Chile
- Franco, Á., & Zabala, S. (2012). *Los equipamientos urbanos como instrumentos para la construcción de ciudad y ciudadanía*. Recuperado el 6 de julio de 2020 de: <http://dearq.uniandes.edu.co>
- García, J. M., (2018). *Errores frecuentes en Dinámica de Sistemas: Diagramas Causales y Diagramas de Flujos*, ISBN ISBN 9781790770595
- Gaviria, Z., (2014). *El Valor del suelo como determinante de la forma y estructura de la Ciudad*. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Recuperado el 15 de diciembre de 2020 de: <https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/1658/1/SIG00006.pdf>

Godet, M., y Durance, P. (2011). *La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*. Dunod, UNESCO, París, Francia

Grupo Interno De Trabajo Valoración Económica. (2017). *Elaboración del estudio de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas y determinación del valor unitario por tipo de construcción*. Recuperado el 5 de julio de 2020 de: [http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/procedimientos s 2008/2017/M51400-01 17V1Elaboracion del estudio de zonas homogéneas físicas y geoeconomicas.pdf](http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/procedimientos/procedimientos%2008/2017/M51400-01%2017V1Elaboracion%20del%20estudio%20de%20zonas%20homog%C3%A9neas%20f%C3%ADsicas%20y%20geoeconomicas.pdf)

Guía para Procesos de Contratación de obra pública. (n.d.). Recuperado el 5 de julio de 2020 de:

https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/cce_guia_obra_publica.pdf

Hernández, A., Segura, E., y Molina, C., 2020, *¿Cómo identificar hechos metropolitanos? Una aproximación para Bogotá y Medellín*, Documento de Política, (12), 1-41

Hille, L., 2019, *Muchos países deberían aprender de lo que hace el Área Metropolitana*, El Metropolitano del Valle de Aburrá, (36), 8-9. Recuperado el 2 de abril de: <https://www.metropol.gov.co/elmetropolitano/Documents/2019/periodico-el-metropolitano-edicion-36-metropolis-biodiversas.pdf>

Instituto Tecnológico Metropolitano. MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ORGANIZACIONES. Recuperado el 7 de abril de 2020 de: <https://www.itm.edu.co/facultades/facultad-de-ciencias-economicas-y-administrativas-2/formacion-3/maestria-en-gestion-de-organizaciones/>

La biodiversidad en Colombia se está depredando de forma salvaje: Greenpeace. (3 de marzo de 2020). *Semana*. Recuperado el 2 de abril de 2020 de:

<https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/la-biodiversidad-en-colombia-se-esta-depredando-de-forma-salvaje-greenpeace/48842>

Ley Borrás, R., (2020). *Análisis de Incertidumbre y Riesgo para la Toma de Decisiones (Segunda Edición)*, México. Consultoría en Decisiones

Lü, Y., Li, T., Whitham, C., Feng, X., Fu, B., Zeng, Y., . . . Hu, J. (2020). *Scale and landscape features matter for understanding the performance of large payments for ecosystem services. Landscape and Urban Planning*, 197 doi:10.1016/j.landurbplan.2020.103764

Metro cuadrado, (2018). *Avalúo catastral vs avalúo comercial, ¿Cuál es la diferencia?*. Recuperado el 30 de noviembre de: <https://www.metrocuadrado.com/noticias/guia-de-compra-y-venta/cual-es-la-diferencia-entre-el-avaluo-catastral-y-el-comercial-164>

Mirakyan, A.; De Guio, R., (2015). *Three Domain Modelling and Uncertainty Analysis: Applications in Long Range Infrastructure Planning*; Springer: Germany, Switzerland

Moreno-Sánchez, R. (2012). *INCENTIVOS ECONÓMICOS PARA LA CONSERVACIÓN, UN MARCO CONCEPTUAL*, Primera edición, Lima

Mosquera, L. (20 de febrero de 2020). *Los Pagos por Servicios Ambientales: Una alternativa de ingresos para el litoral Pacífico*. Semana. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de: <https://www.semana.com/opinion/articulo/los-pagos-por-servicios-ambientales-una-alternativa-de-ingresos-para-el-litoral-pacifico-columna-de-opinion-leyner-mosquera/652798>

Nematpour, M., Khodadadi, M., Rezaei, N., (2020). *Systematic analysis of development in Iran's tourism market in the form of future study: A new method of strategic planning*, Futures, vol 125. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102650>

Normograma Municipio de Medellín [LEY_1972_2019]. (n.d.). Recuperado el 5 de julio de 2020 de:

https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/r_dapmed_0143_2012.htm

Núñez, M., (2007). Las variables: estructura y función en la hipótesis. Investigación educativa. vol. 11 N.º 20, 163- 179

Ortiz, H., (2015). *Análisis financiero aplicado y normas internacionales de información financiera - NIIF: 15a Edición*, Bogotá, Universidad Externado

Ospina, G. (09 de julio de 2019). *Antioquia suma para proteger su biodiversidad*. El Colombiano. Recuperado el 2 de abril de 2020 de: <https://www.elcolombiano.com/antioquia/antioquia-suma-para-proteger-su-biodiversidad-AF11143322>

Pago por Servicios Ambientales y alternativas productivas sostenibles, la apuesta para conservar ecosistemas. (18 de noviembre de 2019). El Espectador. Recuperado el 31 de marzo de 2020 de: <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/pago-por-servicios-ambientales-y-alternativas-productivas-sostenibles-la-apuesta-para-conservar-articulo-891663>

Palacio, A., clara, M., López, G., & Camila, M. (2018). *Espacio Público Proyectado: un análisis constitucional y legal de las limitaciones que impone el Estado al ejercicio del derecho de dominio en el ejercicio de la función pública del urbanismo*.

Parra, M., (2015). *Estimación de rentabilidad de referencia para el sector de construcción*, Bogotá, sdp. Recuperado el 20 de noviembre de: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/rentabilidad_sector_construccion_2015_0.pdf

Proteger el planeta: clave para garantizar la buena salud de los humanos. Semana Sostenible. Recuperado el 5 de enero de 2021 de: <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/proteger-el-planeta-clave-para-garantizar-la-buena-salud-de-los-humanos/58319>

Querejazu. (2016). *Sobre la redensificación: En busca de una ciudad sostenible*. Recuperado el 5 de julio de 2020 de: <https://www.gasteizhoy.com/sobre-la-redensificacion-en-busca-de-una-ciudad-sostenible/>

Quijano, J. (2018). *Evaluación de la eficiencia social en la implementación de Pagos por Servicios Ambientales en ecosistemas de páramo en Colombia*, (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Bogotá, Colombia.

Reforestación: un reto que debe asumir el país para combatir el cambio climático. (22 de enero de 2020). El Universal. Recuperado el 2 de abril de 2020 de: <https://www.eluniversal.com.co/ambiente/reforestacion-un-reto-que-debe-asumir-el-pais-para-combatir-el-cambio-climatico-XL2278088>

Restrepo, V. (23 de marzo de 2020). Planes de acción para mejorar la calidad del aire, a evaluación. El Colombiano. Recuperado el 2 de abril de 2020 de: <https://www.elcolombiano.com/antioquia/planes-para-mejorar-la-calidad-del-aire-en-medellin-por-que-no-funcionan-FC12676560>

Richards, D. R., & Thompson, B. S. (2019). *Urban ecosystems: A new frontier for payments for ecosystem services*. People and Nature. doi:10.1002/pan3.20

Rivera, I., (2017). *Principios de macroeconomía: Un enfoque de sentido común*, Perú, Fondo Editorial - Pontificia Universidad Católica del Perú.

Rodríguez-Robayo, K. J., Perevochtchikova, M., Ávila-Foucat, S., & De la Mora De la Mora, G. (2020). *Influence of local context variables on the outcomes of payments for ecosystem services. evidence from san antonio del barrio, Oaxaca, Mexico.* Environment, Development and Sustainability, 22(4), 2839-2860. doi:10.1007/s10668-019-00321-8

Sdp, (s.f.). *¿Qué es el POT?*. Recuperado el 30 de noviembre de: <http://www.sdp.gov.co/micrositios/pot/que-es>

Secretaría Distrital de Planeación - Dirección De Patrimonio Y Renovación Urbana, S. DE. (n.d.). *Guía para el reparto de cargas y beneficios en planes parciales de renovación urbana.* Recuperado el 6 de julio de 2020 de: http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/guia_reparto_cargas_beneficios.pdf

Sosa, M. (2015). *“ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD PARA LA CONSERVACIÓN. UN ESTUDIO DE CASO RANCHO ESCUADRÓN 201, CHICONTEPEC, VERACRUZ”*, (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Veracruz, México.

Superintendencia de Sociedades, (2018). *Desempeño financiero del sector construcción año 2018.* Recuperado el 30 de noviembre de: https://www.supersociedades.gov.co/delegatura_aec/estudios_financieros/Documents/Sectores%20Economicos/INFORME-CONSTRUCCION-2018.pdf

Tobón, D., Molina, C., Vasco, C. (2018). *Riesgo de desabastecimiento en la provisión de agua potable en grandes ciudades y políticas económicas ambientales hídricas.* Medellín, Colombia.

Torres, C., (2018). *Gestión de acciones comerciales de la actividad de mediación - MF1794_3*, IC Editorial.

Torres, M., & Howitt, R. E. (2019). *Payment for environmental services: How big must be the check to multiproduct farmers?* doi:10.1007/978-3-030-13487-7_5 Retrieved from www.scopus.com

Tratamientos Urbanísticos. (n.d.). Recuperado el 5 de julio de 2020 de: <http://recursos.ccb.org.co/ccb/pot/PC/files/2tratamiento.html>

Trejos, A. (2010). *Las infraestructuras de transporte como soporte en la localización de actividades y desarrollo urbano en la conurbación occidente*. Recuperado el 6 de julio de 2020 de: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/arquitectura/tesis37.pdf>

Wunder, S. (2015). *Revisiting the concept of payments for environmental services*. *Ecological Economics*, 117, 234-243. doi:10.1016/j.ecolecon.2014.08.016

Yu, H., Xie, W., Yang, L., Du, A., Almeida, C. M. V. B., & Wang, Y. (2020). *From payments for ecosystem services to eco-compensation: Conceptual change or paradigm shift?* *Science of the Total Environment*, 700 doi:10.1016/j.scitotenv.2019.134627

Anexo A. Identificación de variables que influyen en incentivo del esquema PSA urbano

Fecha de la reunión: 1 de julio de 2020

Asistentes:

Nombre	Cargo
Claudia Helena Hoyos Estrada	Profesional universitario. Subdirección ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá
Diana Carolina Ríos Echeverri	Profesora del ITM vinculada al proyecto de investigación de PSA Urbano
Luisa Fernanda Diez Echavarría	Profesora del ITM vinculada al proyecto de investigación de PSA Urbano
Erika Yohanna Echeverri Herrera	Estudiantes de la Maestría en Gestión de Organizaciones del ITM cuyo trabajo de grado se encuentra vinculado al proyecto de investigación de PSA Urbano
Jaime Nicolás Zea Muñoz	Sin información
Claudia Marcela Aristizábal	Sin información
Dora Beatriz Nieto	Sin información
Héctor Alonso Duque Ramírez	Sin información
Héctor José Betancur Pérez	Sin información
Javier García	Sin información
John Freddy Benjumea Arias	Sin información
Leonel De Jesús Rincón	Sin información
Lucas Cadavid	Sin información
Manuel Ricardo Merchán	Ingeniero Forestal- Contratista del Área Metropolitana en Subdirección Ambiental de la unidad de Gestión Ambiental

Martha Eugenia González	Trabaja en el Departamento Administrativo de Planeación en la unidad de formulación de instrumentos de gestión del suelo
Víctor Manuel Vélez Bedoya	Sin información
Violeta Ramírez Gil	Sin información
William Alberto Castrillón	Ingeniero Financiero - Coordinador de la unidad de formulación de instrumentos de gestión en la subdirección de Planeación Territorial

Agenda:

1. Presentación de los asistentes
2. Contexto sobre el PSA urbano
3. Resumen de los predios caracterizados por la Corporación Masbosques
4. Validación del concepto de presión urbanística
5. Escala de medición de la presión urbanística
6. Identificación de variables asociadas a la presión urbanística y la estimación del pago

Desarrollo:**1. Presentación de los asistentes:**

Cada uno de los asistentes se presenta mencionando su nombre, cargo y aclaraciones relevantes sobre su labor desarrollada en la actualidad.

2. Contexto sobre el PSA urbano:

Se expone el esquema normativo influyente en los Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en el país:

AÑO	LEGISLACIÓN	ALCANCE
2007	PND (2006-2010) Ley 1151/07	Modifica Art. 111 Ley 99/93. Estrategia Nacional de PSA
2011	PND (2010-2014) Ley 1450/11	Modifica Art. 111 Ley 99/93.
2013	Decreto 953 de 2013	Reglamenta el Art. 111 de la Ley 99/93.
2015	PND (2014-2018) Ley 1753/15. Modifica Art. 108 Ley 99/93	Crea el Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales -REAA
2017	CONPES 3886.	Lineamientos y Programa nacional de PSA
	Decreto Ley 870	Establece el PSA y otros incentivos
2018	Decreto 1007	Reglamenta componentes generales PSA.
	Decreto 1207	Reglamenta inversiones ambientales las empresas de servicios del sector de agua.
	Ley 1943	Obras por impuestos. PSA como alternativa.
2019	PND (2018-2022) Ley 1955 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022	Programa Nacional de PSA PSA en territorios de comunidades indígenas y negras.

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá

El marco normativo mencionado en la anterior tabla ha permitido a las instituciones públicas y privadas vincularse a los esquemas PSA. Uno de los decretos más importantes es el Decreto 953 de 2013 porque les permite a los entes territoriales destinar el 1% de los recursos en esquemas PSA.

Precisamente a partir de este decreto CORNARE crea el esquema BanCO2 como estrategia para el Pago por Servicios ambientales en Colombia, el cual ha vinculado a 22 autoridades ambientales 91 comunidades indígenas y 20000 familias (300 desarrollan actividades de apicultura), así se ha logrado preservar 184000 hectáreas de bosque nativo.

En el segundo semestre del 2016, el Valle de Aburrá implementa el esquema BanCO2 mediante el convenio Cooperación Suiza ejecutante del Programa de Bosques Andinos, lo cual permitió la caracterización de predios asociados a microcuencas del Plan Quebradas en los municipios de Barbosa y Girardota, posteriormente, se une a esta iniciativa el municipio de Envigado. Finalmente, logra cumplir con la meta de caracterizar 1000 predios en toda el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Municipio	Total predios	Hectáreas en coberturas naturales (bosques y rastrojos)	Valor a pagar/año
			(costo de oportunidad)
Barbosa	113	215	\$ 237.615.005
Bello	103	410	\$ 268.436.002
Caldas	79	561	\$ 292.270.837
Copacabana	88	111	\$ 177.732.987
Envigado	97	67	\$ 62.213.649
Girardota	252	492	\$ 439.014.180
Itagüí	31	14	\$ 48.397.746
La Estrella	104	80	\$ 186.407.557
Medellín	106	237	\$ 274.857.935
Sabaneta	27	95	\$ 84.142.275
Total	1.000	2.283	\$ 2.071.088.173

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Con el esquema BanCO2 se han utilizado recursos públicos de ley y se ha procurado que las empresas y ciudadanos compensen su huella de carbono voluntariamente, de esta manera se obtienen recursos para incentivar a los dueños de los predios en dinero o especie. En total se han compensado 56 familias con recursos de empresas y ciudadanos y 193 con recursos de la gobernación y los municipios. Sin embargo, aún se encuentran 751 familias o propietarios pendientes por compensar. A finales del año 2016 la Gobernación de Antioquia expide la ordenanza 46 para aportar parte de los ingresos corrientes para el establecimiento de esquemas PSA, específicamente BanCO2.

Hasta el momento la estimación del pago en esquemas PSA de Colombia se realiza mediante el cálculo de costo de oportunidad utilizando el Beneficio Económico Neto (BEN) y el Valor de la Renta de la Tierra (VRT), eligiendo siempre el menor costo de oportunidad de los mencionados. Las principales variables tenidas en cuenta son la actividad productiva, la proyección de ingresos y egresos, y la tasa de descuento.

Hace dos años el Área Metropolitana del Valle de Aburrá inicia la estructuración del esquema PSA urbano con condiciones diferentes a las planteadas por BanCO2, puesto que, se aprecian condiciones diferentes en los predios urbanos y las oportunidades de conservación o preservación son escasas a causa de la presión. Para la estructuración del esquema se han realizado contratos con la Corporación Masbosques, logrando materializar un piloto para la priorización de algunos predios que permitiesen avanzar en una estructuración que hasta el momento no tiene referentes. En total se han caracterizado 111 predios en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá con potencial para implementar el PSA urbano.

3. Resumen de los predios caracterizados por la Corporación Masbosques:

Se expone la caracterización de los predios 111 predios realizada por las profesoras del ITM, quienes están vinculadas al proyecto de investigación asociado al PSA urbano: El 59.5% de los predios son privados y el 40.5% son públicos, la ubicación que predomina es Medellín y Girardota con 50 y 13 predios respectivamente, se identifican 20 tipos de cobertura, siendo predominante: a. La vegetación herbácea y vegetación arbórea con 23 predios, y b. La infraestructura gris, vegetación arbórea y vegetación arbustiva con 16 predios. Se identifica que las acciones potenciales en gran proporción se orientan a la apropiación social en el manejo de residuos sólidos, sensibilización/apropiación social conocimiento de fauna y flora, y al manejo ambiental en siembra de especies, restauración y enriquecimiento.

4. Escala de medición de la presión urbanística:

Se presenta la definición de **Presión Urbanística** construida después de una revisión de literatura, la cual evidenció que no existe una definición específica o precisa del término. Sin embargo, se propone la siguiente:

“Tipo e intensidad del estrés que sufre la naturaleza por la ocupación, alteración o transformación de las condiciones naturales para implementación de infraestructura artificial, asociado a los fenómenos de expansión e intensificación de la mancha urbana.”

Los asistentes revisan la definición anterior y hacen los siguientes aportes:

- Falta incluir en la definición la dinámica inmobiliaria (gremio constructor que define la dinámica económica de la ciudad) y el crecimiento espontáneo (crecimiento exponencial de la población a causa de la reproducción en el mismo espacio sin salir a otro lugar). No se debe limitar sólo a la infraestructura artificial sino también a la parte constructiva. También debe contemplarse el fenómeno migratorio asociado a fenómenos políticos, de violencia, entre otros.
- Se debe contemplar el plan parcial, por ejemplo, en el municipio de Envigado está concertando el plan parcial con lo que era la empresa Peldar, es una zona dura en donde se dará una densificación, este predio se encuentra cerca a la Quebrada la Mina. Por esta razón, la densificación sería una variable clave en la presión urbanística.
- Tener en cuenta la situación actual en el mundo originada por el coronavirus porque es algo que durará mucho tiempo generando un impacto en la dinámica económica.

- Se debe tener en cuenta para la definición del instrumento que las rentas urbanas son muy altas, eso lo demuestran las simulaciones urbanísticas y financieras del costo de oportunidad de los predios, existen zonas de consolidación o API que lo define la norma, por ejemplo, ISA es zona de consolidación en donde es difícil igual su renta. Por lo anterior, se tendría que evaluar que tan eficiente sería un PSA urbano en contraste con uno rural, porque se estaría pagando más por árbol en lo urbano que en lo rural. Además, el valor del suelo suele ser muy alto (se puede consultar en el plano de zonas geoeconómicas del municipio en donde se pueden calcular los valores del suelo).
- Es importante considerar que no sólo sufre presión (por ocupación del suelo o por transformación de las condiciones ambientales) la naturaleza, también hay sectores de bajas densidades que se ven acosados por los procesos de expansión de la ciudad, como lo son las zonas grises. Estas zonas se pueden densificar afectando el entorno natural.

5. Escala de medición de la presión urbanística:

Se tienen infinitas variables para la medición de la presión urbanística y se tienen estudios establecidos, habría que verificar con el área de la subsecretaría de catastro (quien maneja las zonas homogéneas y económicas). La dinámica inmobiliaria está asociada a la dinámica económica del país, en donde se mueven todos los renglones de la construcción y el tema laboral. El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y sus intenciones (aprovechamientos y obligaciones urbanísticas) influyen en la determinación del grado de presión urbanística que puede tener un predio, pues define en dónde se darán los procesos de expansión en sitio (crecimiento hacia adentro, mismo sitio y crecimiento en altura) o en otro sitio (suelos rurales para la expansión urbana).

Cabe resaltar que la parte industrial también genera cambios importantes, varias empresas han dejado el área metropolitana para trasladarse a diferentes zonas, generando unas

ocupaciones de suelo (no por densificación) causando desplazamientos de población. En el POT se reúnen estas variables de acuerdo con el aprovechamiento, intensidades de uso y usos establecidos.

No se ha tenido muy en cuenta el tema de parcelaciones de viviendas campestres, cuando también generar detrimento de la condición natural de los territorios por la generación de vías y viviendas (vivienda campestre y del mayordomo).

Para calcular la renta y determinar si es atractivo el PSA urbano, es clave tener en cuenta la norma urbanística (índices, usos, tratamiento, etc.), la simulación financiera o aplicación de métodos de valoración de predios, el análisis de cabida real (aplicación real de norma), restricciones de estructura ecológica (mancha ecológica), mapa de ZGEH y mercado inmobiliario (valor venta por metro cuadrado, usos vendibles, etc.).

Se menciona como importante considerar la intencionalidad de espacio público proyectado - Mapa 12 (restricción del uso que puede impedir el aprovechamiento del suelo) que restringe los desarrollos urbanísticos y constructivos en el territorio, generalmente los lotes son comprados por el gobierno porque el propietario no construye pese a la presión urbanística.

6. Identificación de variables asociadas a la presión urbanística y la estimación del pago:

Entre todos los asistentes a la sesión se identifican las siguientes variables:

- Redensificación
- Zonas geoeconómicas
- Área de preservación de infraestructura
- Mancha de estructura ecológica
- Espacio público proyectado
- Desarrollo de obras públicas
- Potencial de construcción

- Licencias urbanísticas últimos 5 o 6 años
- Lotes potenciales de desarrollo - Análisis de atractividad inmobiliaria
- Valor del suelo en los últimos años - Avalúos catastrales
- Espacio público existente - EP por habitante
- Análisis de mercado inmobiliario - análisis de cabida
- Morfología urbana (Mixto, Lineal, Damero, Arborescente, Concéntrico – anillo, Mancha)
- Tratamientos urbanísticos
- Estructura predial
- Índice de ocupación
- Índice de construcción
- Accesibilidad/malla vial
- Servicios públicos
- Concentración de equipamiento
- Cargas urbanísticas
- Densidad máxima habitacional
- Proyectos de obras públicas (local, metropolitana, departamental, nacional)

Al finalizar la sesión, queda con el compromiso de enviar un formulario a todos los asistentes para calificar la relación entre las diferentes variables, lo cual permitirá hacer un análisis estructural mediante la matriz MICMAC, así se identificarán las variables clave más influyentes y dependientes en la presión urbanística y la estimación del pago.

Anexo B. Conjunto final de variables para calificar mediante la matriz MICMAC

Fecha de la reunión: 22 de julio de 2020

Asistentes:

Nombre	Cargo
Claudia Helena Hoyos Estrada	Profesional universitario. Subdirección ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá
Diana Carolina Ríos Echeverri	Profesora del ITM vinculada al proyecto de investigación de PSA Urbano
Luisa Fernanda Diez Echavarría	Profesora del ITM vinculada al proyecto de investigación de PSA Urbano
Erika Yohanna Echeverri Herrera	Estudiantes de la Maestría en Gestión de Organizaciones del ITM cuyo trabajo de grado se encuentra vinculado al proyecto de investigación de PSA Urbano
John Freddy Benjumea Arias	Sin información
Manuel Ricardo Merchán Donato	Sin información

Agenda:

1. Contexto.
2. Revisión de variables definidas en la sesión grupal del PSA Urbano.

Desarrollo:

1. **Contexto:**

Se hace una descripción de la clasificación de los 111 predios públicos y privados proporcionados por el Área Metropolitana.

Se continúa explicando que se consideran dos tipos de predios en el área urbana:

- I. Predio verde o baldío con potencial del 100% de aprovechamiento para la conservación. En la base de datos del Área Metropolitana no hay predios de este tipo.
- II. Predios con un porcentaje de infraestructura gris y una porción de área verde de interés para el PSA urbano, pueden tener una destinación económica comercial, habitacional, industrial, entre otros. Los predios proporcionados por el Área Metropolitana se ubican en esta clasificación.

Una variable que se evidencia en los talleres y conversaciones tenidas es la presión urbanística, lo cual generaría realizar algunas adaptaciones a la fórmula actual del costo de oportunidad, pues en el entorno urbano se encuentran algunos factores que en lo rural no, por lo tanto, el costo de oportunidad calculado en dichas zonas es diferente. Se parte entonces de la siguiente hipótesis:

En un predio con una alta presión urbanística se deberá realizar un mayor pago como incentivo al propietario, mientras que, en un predio con menor presión urbanística el incentivo será menor.

Existen predios con destinación económica industrial, en donde el costo de oportunidad se vería reflejado, por ejemplo, en una ampliación de la planta ya construida para aumentar su capacidad. Para este caso, el costo de oportunidad no estaría impactado por la presión urbanística, incluso es probable que el costo-beneficio de una ampliación de la planta no sea tan alto, y se tome la decisión de no realizar la ampliación.

Sin embargo, es importante realizar una medición de la presión urbanística que podrían tener los predios no categorizados como industriales, para esto se podría considerar la siguiente ecuación:

Incentivo o pago = (Costo de oportunidad) * Factor de presión urbanística

Donde:

Costo de oportunidad = beneficio que se dejaría de percibir al no utilizar el predio.

Factor de presión urbanística = escala numérica de 0 a 1.

La presión urbanística estaría altamente relacionada con la porción de área gris que posee el predio, pues los predios con menor infraestructura gris tendrán una mayor presión urbanística que los que poseen mayor infraestructura gris, la relación es inversamente proporcional.

Se debe tener en cuenta que un predio considerado como área de protección no tiene la posibilidad de desarrollarse y por lo tanto no estaría influenciado por la presión urbanística. Para esto, se podría tener una matriz con la clasificación de los suelos de protección por cada predio con las respectivas opciones de pago (acciones de mejoramiento ambiental o reconocimiento a la conservación), teniendo en cuenta que el tratamiento para los predios con transferencia de derechos de construcción es diferente. Para los predios que no tienen posibilidad de desarrollarse, pero tienen potencial ambiental o calidad biótica, debería coordinarse con planeación la forma en que podría incentivarse, podría ser mediante la reducción del predial.

Se menciona la importancia de considerar la inclusión de variables ambientales en el valor a pagar por la conservación de los predios, podrían evaluarse los recursos disponibles, indicadores ambientales, la huella de carbono, ubicación de la isla de calor, zonas de contaminación, áreas de redes ecológicas, área de influencia de áreas protegidas urbanas, entre otros, de esta manera se tendría un equilibrio entre la dinámica inmobiliaria y la

ambiental, pues pueden encontrarse predios con baja presión urbanística y mucha importancia ambiental o con alta presión urbanística y baja importancia ambiental. El Área Metropolitana enviará la tabla de los servicios ecosistémicos que seleccionaron para los mapas del PSA.

El Área Metropolitana expresa la necesidad de revisar el concepto de costo de oportunidad, ya que en el decreto 953 se expresa una ecuación general para el sector primario que, posteriormente en el decreto 1007 del 2018 se clasifica como costo de oportunidad en actividades agropecuarias. Se debe tener en cuenta que el valor a pagar es el menor valor entre el costo de oportunidad y el valor de la renta de la tierra (determinado por la información de las zonas geoeconómicas). Para los casos de valores altos a pagar, se tendría la posibilidad de cubrirlos con diferentes fuentes de recursos como la reducción del predial, el pago monetario, entre otros.

Se precisa que, el éxito de un PSA en un predio de protección en donde el propietario nunca ha recibido un pago podría darse por la mejora ambiental o la apropiación social, de lo contrario, no existiría el plus al incorporar el predio a un esquema PSA.

2. Revisión de variables definidas en la sesión grupal del PSA Urbano:

Se sugiere que las variables sean estandarizadas de tal manera que exista una metodología estándar a partir de la información disponible en todos los municipios. Se procede a revisar las variables identificadas en el taller PSA Urbano decidiendo lo siguiente:

Redensificación: Incrementa la presión urbanística y por lo tanto el valor del incentivo. Se pueden conocer en los tratamientos urbanísticos que se tienen en los polígonos (cada polígono tiene un tratamiento urbanístico diferente), se encuentra disponible en los POT.

Zonas geoeconómicas: valores unitarios definidos por metro cuadrado, ya se tiene la información para los predios, es el insumo para calcular el valor de la renta de la tierra. El

ITM tiene estos valores con espacio de tiempo diferente, por eso se sugiere utilizar la información del impuesto predial del catastro, pues el valor catastral es el que debería considerarse para el PSA.

Área de preservación de infraestructura: Categoría del POT contenida en el polígono y baja el valor de la presión urbanística y el valor del incentivo.

Mancha de estructura ecológica: La estructura ecológica se divide en dos, la principal (suelos de protección) y la complementaria (no son suelos de protección, pero tienen una importancia ambiental, cultural y de aprovisionamiento de bienes). Pueden existir predios privados, la información se obtiene del mapa de las zonas con estructura ecológica, Medellín, Sabaneta y Envigado cuentan con el mapa, pero varios municipios no la tienen disponible.

Espacio público proyectado: Está disponible en el POT y puede ser tomada en cuenta para el cálculo del incentivo.

Desarrollo de obras públicas: Dependen de los recursos, el alcalde de turno, etc., la información se encuentra en el POT.

Potencial de construcción: La profe Diana revisará el significado de esta variable y cómo está dispuesta la información. El Área Metropolitana sugiere fusionar esta variable con la redensificación.

Licencias urbanísticas: Es muy difícil revertir la licencia urbanística, lo único que podría hacerse es un ajuste del diseño para preservar áreas. Debería considerarse como un parámetro excluyente y no como una variable. Se acuerda la exclusión de la variable.

Lotes potenciales de desarrollo - Análisis de atractividad inmobiliaria: Se acuerda fusionar esta variable con el potencial de construcción.

Valor del suelo: Valor del metro cuadrado, la información se le pedirá a catastro. Se fusiona con las zonas geoeconómicas.

Espacio público existente: El espacio público hace más atractivo el predio, existen mapas para verificarlo. Se sugiere unir el espacio público existente y proyectado.

Análisis de mercado inmobiliario: Se reúne en el valor del metro cuadrado y por lo tanto se decide excluirla.

Análisis de cabida: Sirve para determinar la viabilidad de un proyecto inmobiliario, se reúne en otras variables y por lo tanto se decide excluirla.

Morfología urbana ((Mixto, Lineal, Damero, Arborescente, Concéntrico – anillo, Mancha): No es una variable porque ya está incluida dentro del valor comercial. Se decide excluirla.

Tratamientos urbanísticos: Se habla de cuándo hay renovación, desarrollo y redensificación.

Estructura predial: Se acuerda eliminarla porque ya tenemos variables que la agrupan.

Índice de ocupación: Se define de acuerdo con las densidades y se definen por planes parciales. Se encuentra en el POT en aprovechamiento del suelo.

Índice de construcción: Se define de acuerdo con las densidades y se definen por planes parciales. Se encuentra en el POT en aprovechamiento del suelo.

Accesibilidad/malla vial: Infraestructura en vías que hay en la ciudad y hace que los predios sean más atractivos o no.

Servicios públicos: Se debe mirar si se está dentro de la cota de servicios públicos.

Concentración de equipamiento: Esta variable da más valor al suelo porque implica menor desplazamiento para pagos, compras, etc.

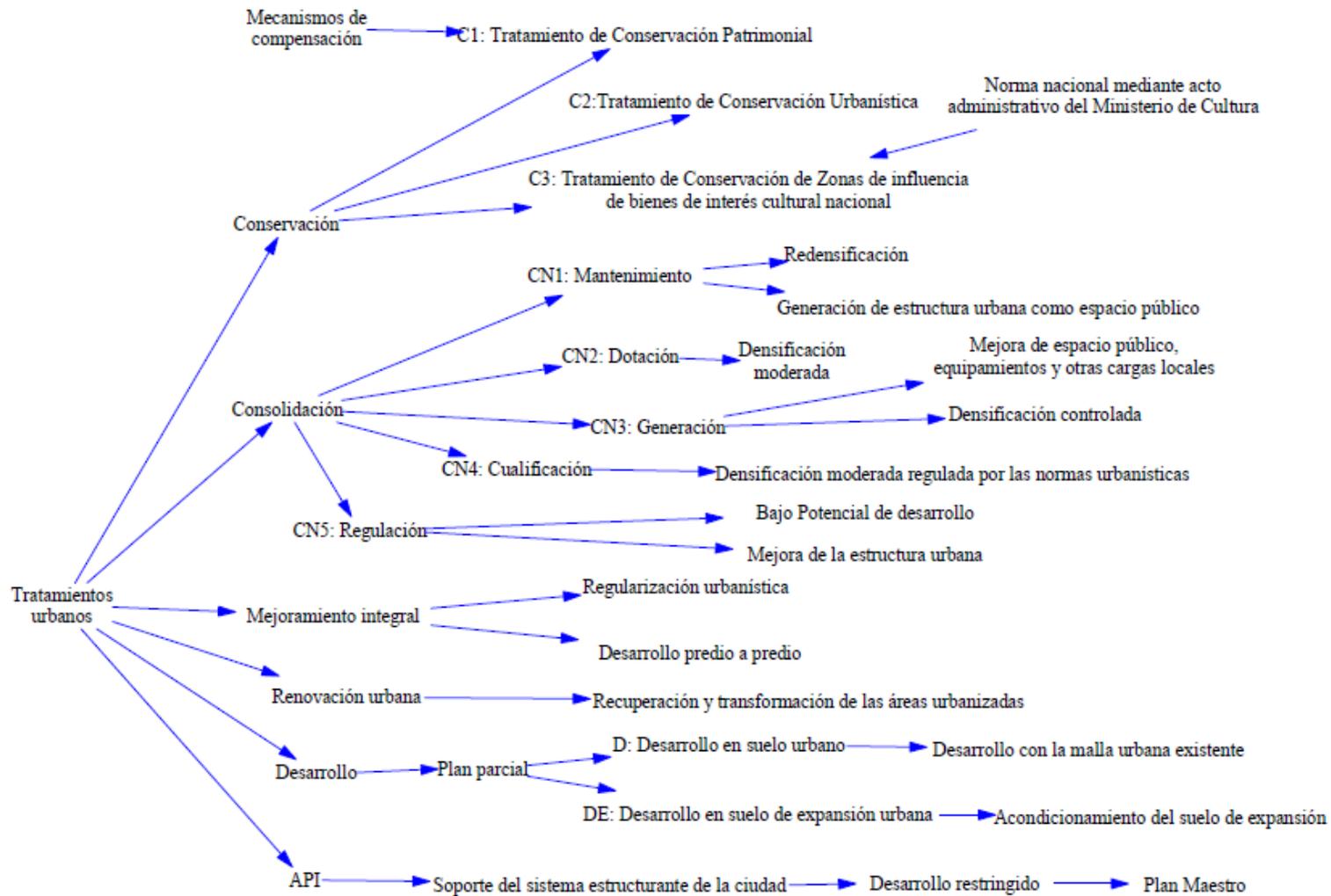
Cargas urbanísticas: Hace parte de los beneficios urbanísticos, es considerada como una contraprestación. Se evaluará si está incluida dentro de otra variable para excluir esta.

Densidad máxima habitacional: Determina el valor de las viviendas que se pueden construir y se define de acuerdo con el número de habitantes. No se considera incidencia en el incentivo y por lo tanto se decide excluirla.

Proyectos de obras públicas (local, metropolitana, departamental, nacional): Se relaciona con el desarrollo de obras públicas y por lo tanto se excluye.

Finalmente, se sugiere agrupar variables clasificadas en tres tipos: ambientales, infraestructura existente o proyectada y poblacionales (ejemplo: información del DANE).

Anexo C. Clasificación de los tratamientos urbanos



Fuente: Elaboración propia