

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS PARA LA  
VALORACIÓN AMBIENTAL DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN LA  
CIUDAD DE BOGOTÁ**

**ANDRÉS DAVID ZORRILLA PEREZ**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**BOGOTÁ D.C**

**2012**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS PARA LA  
VALORACIÓN AMBIENTAL DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN LA  
CIUDAD DE BOGOTÁ**

**ANDRÉS DAVID ZORRILLA PEREZ**

**PROYECTO DE GRADO**

**JUAN JOSE VARGAS OSORIO**

**INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

**MSc ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS  
NATURALES**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**BOGOTÁ D.C**

**2012**

## CONTENIDO

1. RESUMEN DEL PROYECTO .....	5
2. INTRODUCCIÓN.....	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
4. JUSTIFICACIÓN .....	8
5. OBJETIVOS.....	9
6. MARCO REFERENCIAL.....	9
6.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	9
6.2 MARCO TEÓRICO .....	10
6.2.1 Panorama General de las Áreas Verdes Urbanas.....	10
6.2.2 Concepto e importancia de las Áreas Verdes Urbanas.....	11
6.2.3 Áreas Verdes Urbanas .....	12
6.3 MARCO CONCEPTUAL.....	14
6.3.1 Teoría de la valoración económica.....	14
6.3.2 Medidas de bienestar.....	16
6.3.3 Metodologías de valoración económica .....	20
6.3.4 Metodología de precios hedónicos.....	21
6.3.5 Modelo de precios hedónicos.....	23
6.3.6 Estimación de la DAP .....	26
6.3.7 Antecedentes de la metodología de precios hedónicos .....	28
6.4 MARCO LEGAL .....	33
7 DESARROLLO METODOLÓGICO.....	34
7.1 Preparación del proyecto.....	34
7.2 Revisión bibliográfica.....	34
7.3 Recolección de información. ....	36
7.4 Análisis bases de datos.....	37
7.5 Cálculos de la variación de precios y análisis de resultados.....	47
7.5.1 Selección de variables del modelo .....	49
7.5.2 Resultados .....	51
7.5.3 Análisis variables .....	53
8. CONCLUSIONES.....	59
9. RECOMENDACIONES .....	60
10. BIBLIOGRAFÍA.....	61

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafica 1.	Indicador de m <sup>2</sup> de área verde por habitante, Bogotá .....	14
Grafica 2.	Función de demanda.....	16
Grafica 3.	Disponibilidad total a pagar .....	17
Grafica 4.	Disponibilidad marginal a pagar.....	18
Grafica 5.	Excedente del consumidor .....	18
Grafica 6.	Variación Compensatoria y Variación equivalente.....	19
Grafica 7.	Función de precio hedónico.....	26
Grafica 8.	Estrato .....	41
Grafica 9.	Valores de las viviendas .....	42
Grafica 10.	Tipos de vivienda .....	43
Grafica 11.	Número de cuartos .....	43
Grafica 12.	Establecimientos en la Manzana .....	44
Grafica 13.	Material paredes.....	44
Grafica 14.	Material pisos.....	45
Grafica 15.	Contaminación en el aire .....	45
Grafica 16.	Contaminación por residuos sólidos.....	46
Grafica 17.	Tiempo en llegar a las zonas verdes.....	46
Grafica 18.	m <sup>2</sup> de área verde urbana por habitante .....	47
Grafica 19.	Salida de STATA 10.1 modelo regresión logística .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ciudades con indicador de m <sup>2</sup> de área verde por habitante.....	10
Tabla 2.	Localidades con indicador de m <sup>2</sup> de área verde por habitante .....	13
Tabla 3.	Variación del precio por diferentes atributos ambientales .....	30
Tabla 4.	Variación del precio por presencia o cercanía de área verde .....	32
Tabla 5.	Muestra de predios y viviendas para las 19 localidades de Bogotá.....	38

# **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS PARA LA VALORACIÓN AMBIENTAL DE LAS ZONAS VERDES URBANAS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

## **1. RESUMEN DEL PROYECTO**

Las áreas verdes urbanas de la ciudad de Bogotá se han visto afectadas por los diferentes planes de desarrollo, debido principalmente a las obras de construcción de viviendas, vías y diferentes clases de infraestructura, por ende los servicios ofrecidos por estas como es la recreación, disminución en los niveles de contaminación del aire, captación de aguas pluviales, amortiguamiento en los niveles de ruido, entre otros, han cambiado afectando la calidad de vida de los habitantes de esta ciudad. El presente proyecto busca presentar la importancia económica que las áreas verdes urbanas representan para los bogotanos en el momento en que compran una vivienda. Para realizar esto se utilizó información obtenida de una encuesta realizada por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) en la ciudad de Bogotá, además de información sobre las áreas verdes urbanas presentadas por el Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) y con esto se realizó una valorización ambiental de las áreas verdes utilizando el método de precios hedónicos en el cual el valor de las viviendas es colocada en función de diferentes atributos de esta, como son las características estructurales, del entorno y los atributos ambientales, de estas últimas se usaron indicadores como el de  $m^2$  de área verde urbana por habitante y el tiempo que las personas gastan en minutos para llegar a estas. De esta manera se determinó que la Disponibilidad a pagar (DAP) de los bogotanos es del 1,04% del valor de la vivienda por un aumento en  $1 m^2$  de área verde urbana por habitante, también se encontró que el valor de una vivienda varía en un 9,88% por el hecho de que las personas que vivan en ese hogar se encuentren a menos de 10 minutos caminando a un área verde urbana, así mismo el precio varía en 10,21% porque las personas de ese hogar se encuentren en un intervalo de 10 a 20 minutos caminando para llegar a un área verde urbana. Se concluye entonces que las viviendas en la ciudad de Bogotá se valorizan por la presencia y cercanía de las áreas verdes urbanas.

## **2. INTRODUCCIÓN**

En las ciudades se ha observado un crecimiento urbano el cual ha buscado incrementar la construcción de infraestructuras necesarias para poder suplir este aumento, en consecuencia se pueden llegar a afectar y disminuir la cantidad de áreas verdes urbanas lo que conllevaría a la aparición de problemas relacionados con la contaminación, dejando así la necesidad de que se busquen soluciones a estos problemas.

Para solucionar estos problemas se puede recurrir a las áreas verdes urbanas o parques distritales ya que estas fortalecen las ciudades al ofrecer diferentes servicios ambientales al ser zonas de esparcimiento, recreación y que ayudan a mantener el equilibrio ecológico, de esta manera mejoran la calidad de vida de su población. Desde este punto de vista es relevante decir que la presencia y cercanía de las áreas verdes urbanas aportan un valor económico a las personas el cual se ve reflejado en el valor de sus viviendas.

La finalidad de este trabajo es estimar la variación de los precios de las viviendas aplicando una técnica indirecta de valoración ambiental denominada metodología de precios hedónicos, en la cual se toma el valor de la vivienda y en función de sus diferentes características se determina la DAP de los dueños por el aumento en alguna de estas características y la variación del valor de la vivienda por la presencia o inexistencia de alguna característica, algunas de estas son la cercanía a las áreas verdes y la densidad de estas para la ciudad de Bogotá, para que de esta manera se le pueda dar la importancia al mantenimiento y aumento de las áreas verdes, además de que cumplan sus funciones aportando al desarrollo social, cultural y ecológico de la ciudad.

En este documento se encuentra la revisión de los antecedentes, el estudio de la zona que se quiso valorar, en este caso la ciudad de Bogotá, la revisión de la misma Metodología de Precios Hedónicos, el análisis de los datos implementados para el proyecto y los resultados del modelo econométrico aplicado para encontrar la variación de los precios de las viviendas por la cercanía y densidad de las áreas verdes.

## **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El proyecto se realizó en la Ciudad de Bogotá la cual se caracteriza por tener un área de zonas verdes de 31'553.837 m<sup>2</sup> de los cuales pueden incluir parques, jardines públicos, arboledas, corredores viales, rondas de río, cauces de agua, áreas sociales de carácter privado, humedales, zonas protegidas, entre otras, (IDRD, 2009).

En estos momentos debido a los diferentes proyectos o planes de desarrolló, en los cuales se pueden incluir la construcción de cualquier clase de infraestructura, la ciudad de Bogotá se podría ver afectada en sus diferentes zonas verdes como es el caso de los cerros orientales que se han ido deteriorando, también la transformación de humedales en zonas de construcción, la disminución en las áreas verdes urbanas, entre otros. Por ende se influye en la cantidad de servicios que son ofrecidos a la comunidad.

La presencia de áreas verdes urbanas para una ciudad es importante, debido a que son zonas urbanas en las que predominan diferentes clases de vegetación y prestan servicios como la recreación, generación de oxígeno, disminución en los niveles de contaminantes en el aire, amortiguamiento de los niveles de ruido, disminución de la erosión del suelo, realce de la imagen urbana, entre otros (SMA MEXICO D.F., 2010). Además hoy en día al observar la expansión de las áreas urbanas se puede ver que más de la mitad de la población mundial se encuentra viviendo en áreas urbanas, como se observa en Estados Unidos el cual el 79% de su territorio se encuentra urbanizado, este porcentaje ha venido creciendo en 2,6% desde el 2002 (Lubowski et al., 2006); Gracias a esta expansión que se produce no solo en Estados Unidos, también en todo el mundo, se deben conservar y aumentar las áreas verdes urbanas, ya que aumentan el nivel de calidad de vida de los ciudadanos. Teniendo en cuenta la importancia de las zonas verdes, la Organización Mundial de la Salud (OMS) plantea un indicador para medir el área de las zonas verdes por habitante, este se denota como metros cuadrados ( $m^2$ ) de área verde por habitante, La OMS recomienda que en las ciudades se disponga cómo mínimo de 10 a 15  $m^2$  de área verde por habitante los cuales deben estar distribuidos equitativamente por la ciudad según su densidad de población, sin embargo la ciudad de Bogotá se encuentra por debajo de los estándares de la OMS con 4,35  $m^2$  de área verde por habitantes.

Dada la importancia de la presencia de áreas verdes urbanas y debido a la baja densidad de estas en la ciudad de Bogotá es relevante realizar un ejercicio de valoración económica ambiental para poder tener herramientas para la administración de estas zonas, es decir, poder tener un valor económico para el diseño, la evaluación de políticas y proyectos ambientales. El propósito de este proyecto es utilizar un método de valoración de preferencia revelada el cual lo que hace es buscar separar el precio de un bien privado de mercado, en función de sus características, dichas características poseen un precio implícito lo cual al sumarlos se determina el precio del bien, de esta manera el precio de una vivienda se puede determinar por la agregación

de los precios implícitos en las características y las del entorno en las que este ubicada (Riera, 1994), una de estas características puede ser el indicador de m<sup>2</sup> de área verde por habitante o también el tiempo en el cual una persona se demora en llegar a un área verde urbana, la finalidad de esto es buscar darle un valor monetario a los diferentes atributos ambientales, como los mencionados anteriormente, así mismo determinar el impacto que podrían tener cambios de este atributo sobre el precio de las viviendas utilizando la Metodología de Precios Hedónicos (Uribe et al., 2003).

Lo que se busca en este proyecto es darle un valor económico a las áreas verdes urbanas o parques distritales para que así se tenga en cuenta el valor que las personas la dan a estas áreas y con dicha información tener unos criterios sólidos para que en el futuro la toma de decisiones en las políticas de los proyectos que afecten a estas áreas verdes urbanas sean armónicas con el buen desarrollo de la ciudad.

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

La valoración ambiental es una de las principales herramientas de la economía ambiental la cual se ha venido introduciendo cada vez más en nuestro país; esto se puede apreciar en las normas y metodologías que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) ha expedido, un ejemplo de esto es el decreto 2820 de 2010 que es uno de los que más influyó para que se tuviera en consideración la afectación al bienestar social a causa del desarrollo proyectos que puedan modificar las características ambientales (MADS, 2010). En este caso las áreas verdes urbanas no poseen un mercado definido, es decir no están valorados comercialmente, el cual les proporcione un valor adecuado por los bienes y servicios provistos por estas y por esto las áreas verdes urbanas en ocasiones son ignoradas o subvaloradas al momento de hacer la planificación urbana, por eso es muy importante obtener información sobre el valor producido por los beneficios provistos por las áreas verdes urbanas.

En el caso de este proyecto se quiere encontrar la variación en el precio de las viviendas por el acceso a las áreas verdes urbanas y su cercanía a las viviendas en la Ciudad de Bogotá. Cabe resaltar que el objetivo principal de la valoración ambiental, al hacer estudios ambientales como en este caso, encontrar una medida monetaria del valor económico generado por el flujo de bienes y servicios no mercadeables, derivados de los recursos naturales (MADS, 2003), es decir se busca determinar la valoración que los habitantes de Bogotá le dan a sus áreas verdes. Teniendo en cuenta lo anterior se utilizaría esa información para hacer una mejor gestión de recursos naturales renovables y realizar la planeación urbanística de cada una de las

localidades; para que así, las decisiones que se tomen para el desarrollo de los proyectos sean cada vez más armónicas con el medio ambiente teniendo en cuenta un mejor ordenamiento territorial (MADS, 2010).

## **5. OBJETIVOS**

General: Estimar la variación en los precios de las viviendas en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta la influencia de la presencia y cercanía de áreas verdes de los inmuebles aplicando el Método de Precios Hedónicos.

Específicos:

- Establecer las características estructurales y atributos ambientales los cuales definan el precio de los inmuebles.
- Encontrar el modelo o función de precios hedónicos más adecuada para la aplicación del Método de Precios Hedónicos.
- Determinar la variación del precio, ya sea positiva o negativa, de las características de los inmuebles y atributos ambientales por medio de un modelo econométrico el cual correlacione el precio de la vivienda con dichas características.

## **6. MARCO REFERENCIAL**

### **6.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO**

La Ciudad escogida para este proyecto es la de Bogotá con sus 20 localidades de las cuales 19 son de carácter urbano, es actualmente la capital de la República de Colombia, se encuentra ubicada en la sabana de Bogotá al hacer parte del altiplano cundiboyacense, con una formación montañosa, forma parte de la cordillera oriental de Los Andes, limita al sur con los departamentos del Meta y Huila, al norte con el municipio de Chía, al oeste con el río Bogotá y con los municipios de Funza, Cota, Soacha, Pasca, San Bernardo, Arbeláez, Cabrera, Sibaté y Venecia, por el este llega hasta los cerros orientales y los municipios de la Calera, Chipaque, Choachí, Gutiérrez, Ubaté, Uña. Se destaca por ser la tercera capital en latino América más alta, después de la Paz y Quito, con una altura de 2625 metros sobre el nivel del mar (msnm) y una altura máxima de 3125 msnm en Monserrate, la ciudad posee un área total de 1.776 km<sup>2</sup> y su área urbana es de 307 km<sup>2</sup>, cuenta con una población aproximada de 7'363.782 habitantes y 7'347.795 en área metropolitana. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012).

Se puede decir que las características socioeconómicas en la ciudad de Bogotá son desiguales ya que el 40% de los ingresos generados se reparten solamente en un 7%

de la población según un estudio realizado por la secretaría de Hacienda Distrital, pero aunque la ciudad sea la menos pobre del país y la economía sea mayor que otros países de Centroamérica, sus habitantes son personas de bajos recursos como lo indica algunos datos de Planeación Distrital los que indican que el 84% de la población de la ciudad esta ubicada en los estratos 1, 2 y 3. Los estratos 5 y 6 tienen una población tan pequeña de aproximadamente 422 mil personas, como resultado de esto la población Bogotana es posee un nivel socioeconómico bajo y medio-bajo (Metrocuadrado, 2005).

La ciudad de Bogotá cuenta con un área de zonas verdes de 31'553.837 m<sup>2</sup> de los cuales pueden incluir parques, jardines públicos, arboledas, corredores viales, rondas de río, cauces de agua, áreas sociales de carácter privado, humedales, zonas protegidas, entre otras, dejando así a Bogotá con un indicador de 4,35 m<sup>2</sup> de área verde por habitante el cual es muy bajo al compararlo con otras ciudades del mundo (IDRD, 2009).

**Tabla 1. Ciudades con indicador de m<sup>2</sup> de área verde por habitante**

Ciudad	m <sup>2</sup> de área verde por habitante
Chicago	99
Estocolmo	86
Río de Janeiro	58
Nueva York	27
Madrid	17
Santiago de Chile	10
Barcelona	6,6
Buenos Aires	6,1
<b>Bogotá</b>	<b>4,35</b>
Quito	4,1
Ciudad de México	1,94

Fuente: El autor

## 6.2 MARCO TEÓRICO

### 6.2.1 Panorama General de las Áreas Verdes Urbanas

En la actualidad la expansión de las áreas urbanas ha venido aumentando, se puede ver que más de la mitad de la población mundial se encuentra viviendo en áreas urbanas, un ejemplo de este aumento es en Estados Unidos el cual el 79% de su territorio se encuentra urbanizado, este porcentaje ha venido creciendo en 2,6% desde el 2002 (Lubowski et al., 2006), esto lleva a que por los procesos urbanísticos se disminuya la cantidad de áreas verdes, al tener en cuenta esto las áreas verdes

urbanas deben tener un aumento en su proporción a medida que surge este crecimiento urbanístico.

En los diferentes países del mundo la urbanización varía según la cultura, la política y la historia, esto último se ve reflejado en las prácticas forestales urbanas, es decir para la cantidad de áreas verdes urbanas para cada ciudad, como es el caso que se puede observar gracias a los escritos de Marco Polo en los cuales nos decían que las plantaciones de árboles en las carreteras son una característica de China del siglo 13, otro ejemplo es en México porque el bosque de Chapultepec fue establecido como el jardín de los templos, también en la India debido a que los sultanes incorporaban una serie de parques urbanos para sus ciudades y especialmente en los palacios (Carter, 1993).

El Crecimiento urbanístico es un tema que se ha venido trabajando a través de diferentes organizaciones en todo el mundo como son la de las Naciones Unidas la cual conformó El Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos y esta ofrece conferencias y asiste a los países en la preparación de planes nacionales e iniciativas a las empresas para hacer frente a los problemas urbanísticos, teniendo en cuenta que las áreas verdes urbanas deben poseer un manejo apropiado de todos sus componentes, como son los árboles, arbustos y plantas entre otros, para que de esta manera las áreas verdes urbanas ayuden y sean una parte para el crecimiento de las ciudades aportando sus servicios para la mejora del estado ambiental, económico y social para los habitantes de la ciudad (Naciones Unidas, 2005).

En el momento de formar nuevas áreas verdes urbanas o mantener las existentes se debe tener en cuenta los diferentes servicios ambientales que ofrece dicha área verde a la población que se encuentran alrededor de cada una de estas y los beneficios ya sean sociales o ambientales para estas personas, además es importante realizar una buena planeación en cuanto a las acciones que se tomaran en cada una de las etapas de esos proyectos realizando constantemente monitoreos sin dejar de lado la parte técnica como lo son la eficiencia en costos, la calidad de las plantas seleccionadas, la protección, riego, drenaje, entre otros (Carter, 1993).

### **6.2.2 Concepto e importancia de las Áreas Verdes Urbanas**

Es importante tener claro la definición de área verde urbana, para de esta manera poder realizar el ejercicio de valoración, estas son zonas en los espacios urbanos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas, las cuales cumplen diferentes funciones, como pueden ser para garantizar zonas de esparcimiento,

recreación, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno o similares (CONAMA, 2009), además podemos decir que dichas zonas nos prestan servicios ambientales como la captación de agua pluvial hacia los acuíferos, la generación de oxígeno, disminución de los niveles de contaminantes en el aire, disminución de los efectos de las llamadas “islas de calor”, el amortiguamiento de los niveles de ruido, disminución en la erosión del suelo, además de representar sitios de refugio, protección y alimentación de fauna silvestre y en cuanto a los servicios a la sociedad son espacios favoritos para el esparcimiento, recreación y deporte de sus habitantes, así mismo del realce de la imagen urbana, (SMA MEXICO D.F., 2010).

Otra definición que se debe tener en cuenta es la de parques distritales que según el artículo 229 del decreto 619 del 2000 nos dice que estos corresponden a aquellos espacios verdes de uso por la comunidad que actúa como reguladores de equilibrio ambiental, estas zonas son representativas del patrimonio natural y garantizan el espacio libre destinado a la contemplación, recreación y ocio. Estos se organizan jerárquicamente y en forma de red para que de esta manera se pueda cubrir toda la ciudad, e involucran funcionalmente los principales elementos de la estructura ecológica principal para mejorar las condiciones ambientales en el territorio urbano (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000).

Debido a lo anteriormente mencionado se establece que estas áreas son importantes para los habitantes de las ciudades por los servicios ambientales que estas proveen, transformándose en beneficios que aportan al bienestar físico y emocional contribuyendo a mitigar el deterioro urbanístico de la ciudad, haciéndola más habitables y saludables, de esta manera aportando valiosamente al desarrollo cultural, social, económico y ambiental de la ciudad (OSE, 2008).

Existe un indicador el cual nos dice la cantidad de área verde por habitante y el cual según la OMS es la superficie de zonas verdes por habitantes, en las ciudades se recomienda que se disponga como mínimo de 10 a 15 m<sup>2</sup> de área verde por habitante los cuales deben estar distribuidos equitativamente por la ciudad según su densidad de población, además se recomienda que los habitantes de una ciudad deben estar en contacto con un área verde a una distancia no mayor a 15 minutos de caminata (Kursten, 1993).

### **6.2.3 Áreas Verdes Urbanas**

La ciudad escogida para este proyecto como ya se había mencionado es la de Bogotá, en esta ciudad se puede aclarar que las áreas verdes urbanas son áreas que prestan

servicios a la sociedad de recreación, contemplación, práctica del ejercicio físico, al deporte de alto rendimiento, a la exhibición, a la competencia de actividades deportivas en los medios aficionados y profesionales, así como a la exhibición de espectáculos con propósito recreativo y realce de la imagen urbana, la extensión de estas áreas verdes es de 31'553.837 m<sup>2</sup> (IDRD, 2009), la ciudad se encuentra dividida en 20 localidades 19 de estas de carácter urbano, se pueden considerar las localidades de Teusaquillo, Santa Fe y Barrios Unidos como las más importantes debido a que son las localidades con mayor área verde urbana y por eso son las que poseen un valor más alto en el indicador m<sup>2</sup> de área verde por habitante y en contraste con Bosa, Candelaria y Los mártires presentan una situación muy desfavorable para el indicador porque son las que poseen una menor extensión en área verde urbana (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012).

**Tabla 2. Localidades con indicador de m<sup>2</sup> de área verde por habitante**

Localidad	M2 de zona verde por habitante
Usaquén	5,21
Chapinero	5,61
Santa Fe	8,98
San Cristóbal	4,42
Usme	3,87
Tunjuelito	4,63
Bosa	1,82
Kennedy	3,52
Fontibón	4,05
Engativá	6,14
Suba	3,57
Barrios Unidos	7,57
Teusaquillo	13,78
Los Mártires	2,22
Antonio Nariño	2,84
Puente Aranda	4,19
Candelaria	1,39
Rafael Uribe	3,1
Ciudad Bolívar	2,91

Fuente: El autor

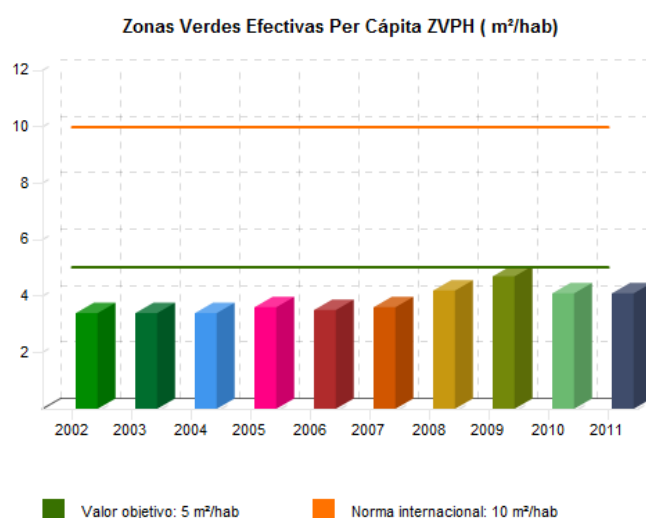
En el informe de gestión ambiental realizado por el Instituto De Recreación y Deporte (IDRD) en el 2009, reporta que la ciudad de Bogotá cuenta con 4,35 m<sup>2</sup> de área verde por habitante (Cámara de comercio de Bogotá, 2010).

Gracias a esto se puede decir que la ciudad de Bogotá se encuentra muy por debajo

de lo establecido por la OMS, dando de esta manera a entender que a las áreas verdes urbanas no se les ha tenido en cuenta en la planificación urbanística de la ciudad, pese a lo que se encontró en una encuesta realizada a 110 ciudades por la revista *América Economía* en el 2009 la cual dice que Bogotá se encuentra en el tercer lugar entre las ciudades que le prestan mayor importancia al tema ambiental (Cámara de comercio de Bogotá, 2010).

Hasta hace unos años a la ciudad de Bogotá las zonas verdes no parecían que fueran lo más importantes para el desarrollo urbanístico sin embargo ahora se ha establecido en el Plan Maestro de Espacio Público la meta de que en el 2015 se llegará a una cifra de 6 m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante y para el 2019 tener un indicador de 10 m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante (Cámara de comercio de Bogotá, 2010).

**Grafica 1. Indicador de m<sup>2</sup> de área verde por habitante, Bogotá**



Fuente: Observatorio ambiental de Bogotá

## 6.3 MARCO CONCEPTUAL

### 6.3.1 Teoría de la valoración económica

Para realizar el proceso de valoración se debe entender primero que un bien es todo aquello que satisface una necesidad para un individuo, este bien por ende recibe un valor y se entiende que este valor es una función económica de la capacidad de satisfacción que genera sobre el individuo. Los bienes provienen de la naturaleza y al momento de ser trabajada por otros individuos se transforma en diferentes bienes los cuales tendrán varios usos en la sociedad. El valor otorgado a un bien es la cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por obtener una cantidad de dicho bien el cual genera un diferente nivel de satisfacción, también se puede decir que es la

cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a recibir para entregar una cantidad del bien (Sinden y Worrel, 1979).

Se pueden definir los bienes o recursos naturales en dos tipos (Azqueta, 1996):

- 1 Bienes públicos: caracterizados por:
  - No exclusión: si se ofrece a una persona se ofrece a todas, el costo marginal de ofrecerlo a una persona adicional es cero.
  - No rivalidad en el consumo: el hecho de consumir el bien no reduce su disponibilidad
- 2 Recursos comunes: caracterizados por la libertad de acceso, su uso o disfrute no tiene costo

Se puede decir que la sociedad recibe de los bienes y recursos ambientales una determinada cantidad de beneficios, este valor se puede clasificar en valores de uso directo e indirecto, también existe el valor de no uso.

Cuando se habla de valor de uso directo se debe tener en cuenta que estos pueden comprender actividades comerciales como también de carácter no comercial, como son la pesca, la caza, la obtención de madera, la minería, recolección de alimentos entre otros, a diferencia del valor de uso indirecto el cual dice que se aprovecha este bien ambiental pero sin realizar la extracción o explotación, este valor se relaciona pocas veces con actividades económicas dificultando su medición (MADS, 2003). Por otro lado el valor de no uso se pueden distinguir el valor de opción, es decir, el precio que un individuo estaría dispuesto a pagar por preservar algo para un uso futuro, mientras que el valor de existencia refleja la utilidad de un individuo por preservar algo que aunque no lo está usando, no quiere que falte en el futuro, ya sea que haga o no uso de él. Y también se encuentra el valor de legado que refleja la utilidad del deseo de preservar un determinado bien para su disfrute por las generaciones futuras (Sepúlveda, 2008).

El valor económico total de los recursos naturales no es del todo incierto en la teoría económica, estos recursos poseen mínimo cuatro funciones ecológicas que son importantes para el desarrollo de la sociedad según el economista Azqueta estas funciones son:

- Formar parte de la producción de gran cantidad de bienes económicos para la sociedad
- Función de producción de utilidad de las economías domésticas, es decir,

proporcionar bienes como son los parques, los paisajes, entornos naturales, entre otros para que los servicios prestados puedan ser utilizados por la sociedad

- Debido a su capacidad de asimilación, ser receptor de los residuos de diferente clase, lo cual se produce por la producción y consumo de diferentes bienes
- Establecer un sistema el cual sea integrado y contenga los elementos para sostener las diferentes clases de vida

El valor de un recurso natural se encuentra definido por el bienestar el cual se encuentra en función de las preferencias individuales, teniendo en cuenta esto se puede suponer que se puede representar con una función de utilidad ordinaria (Freeman, 1993).

$$\text{Valor} = f(\text{capacidad de proporciones utilidad o satisfacción})$$

Este valor depende también de las circunstancias en las cuales esta es valorada. Un bien  $i$  puede tener varios valores para diferentes propósitos, en diferentes momentos, para diferentes personas, bajo ciertas condiciones y en diversas circunstancias personales, físicas, emocionales, sociales y políticas del evaluador en el momento de hacer la valoración (Sinden y Worrel, 1979).

$$\text{valor } i = f(\text{deseos y necesidades, condiciones ambientales, circunstancias del evaluador})$$

Esa satisfacción del deseo o necesidad del comprador lo podemos llamar utilidad

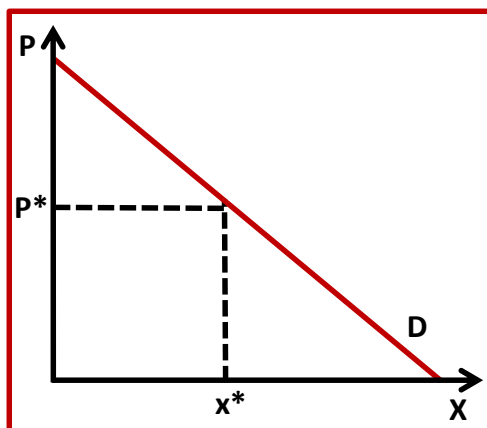
$$\text{valor } i = f(\text{utilidad, condiciones ambientales, circunstancias del evaluador})$$

Por lo tanto, valorar económicamente los bienes y servicios ambientales significaría obtener una medición monetaria por los cambios en el bienestar que una persona o grupo de personas experimenta a causa de una mejora o daño en esos bienes y servicios ambientales (Sepúlveda, 2008).

### **6.3.2 Medidas de bienestar**

El bienestar del consumidor se puede interpretar con la función de la demanda, en esta se relacionan las cantidades demandadas de un bien con los precios que una persona se encuentra dispuesta a pagar por cierta cantidad, cómo se observa en la gráfica 2 el eje horizontal son las cantidades y el eje vertical es el precio (Uribe et al., 2003).

#### **Grafica 2. Función de demanda**

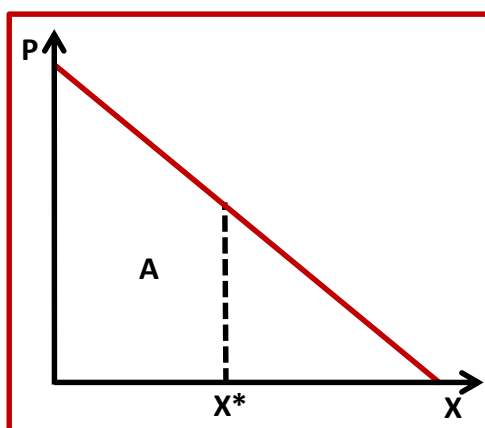


Fuente: Autor, modificado de Uribe et al., 2003.

La ley de la demanda hace referencia a que mientras la cantidad de un bien disminuye, aumenta el precio y si el precio disminuye, aumenta la cantidad del bien, esto es una relación negativa entre la cantidad de un bien y su precio (Guerrien, 1998).

Con la ayuda de esta función se puede explicar algunos conceptos que son necesarios para medir el bienestar del consumidor, como la disponibilidad total a pagar, la disponibilidad marginal a pagar (DAPMg), el excedente del consumidor (EC), la variación compensatoria (VC) y la variación equivalente (VE) (Uribe et al., 2003).

**Gráfica 3. Disponibilidad total a pagar**



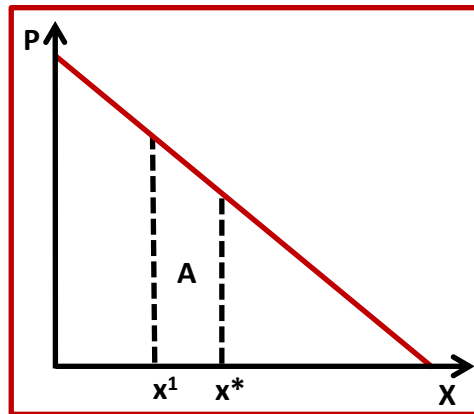
Fuente: Autor, modificado de Uribe et al., 2003.

La disponibilidad total a pagar es la cantidad de dinero que un consumidor se encuentra dispuesto a pagar por una determinada cantidad de un bien. En la gráfica 3 se aprecia que la disponibilidad total a pagar por el consumo de  $x^*$  corresponde al área A la cual es la sumatoria de todas las disponibilidades a pagar entre 0 y  $x^*$  (Uribe et al., 2003).

La DAPMg, es la cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por una unidad adicional de un bien, cómo se ve en la gráfica 4 entre mayor sea la cantidad

demandada de un bien menor será la disponibilidad a pagar por una unidad adicional de ese bien, por ende la disponibilidad a pagar entre un bien  $x^1$  y  $x^*$  corresponde al área A (Uribe et al., 2003).

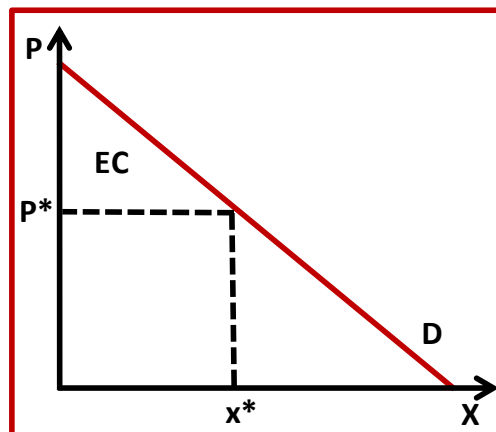
**Grafica 4. Disponibilidad marginal a pagar**



Fuente: Autor, modificado de Uribe et al., 2003.

El excedente del consumidor es el que representa las ganancias netas que se obtiene al realizar una transacción en el mercado, en otras palabras es la diferencia entre la disponibilidad total a pagar por la cantidad de un bien y lo que realmente se paga por él (Uribe et al., 2003).

**Grafica 5. Excedente del consumidor**



Fuente: Autor, modificado de Uribe et al., 2003.

El valor del bien es el producto de su precio por la cantidad de ese mismo, es decir  $P^* \times x^*$  que se observa en la gráfica anterior, por esto el excedente del consumidor es representado como  $EC$  que esta limitada por la curva de demanda y por la recta de precio (Uribe et al., 2003).

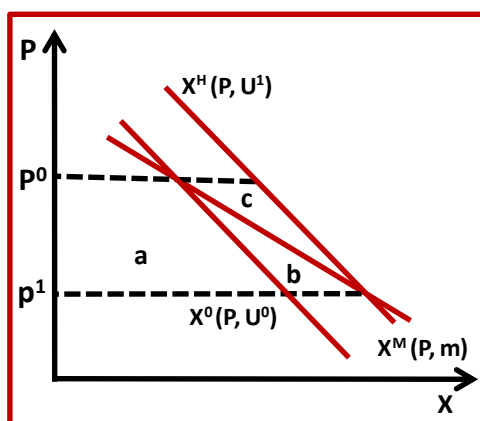
La demanda Marshalliana o demanda observable, es la que se ha representado en las gráficas anteriores, esta es una función que relaciona las cantidades demandadas con

los precios de dichos bienes, al tener un nivel constante de ingreso. Al poder medir el consumo, el precio y el ingreso se puede expresar cuantitativamente (Uribe et al., 2003).

La demanda Hicksiana es diferente porque lo que busca medir es la utilidad pero esta no es observable, ya que esta se relaciona con la satisfacción o el placer que el consumo de un bien genera, lo cual no se puede medir. Al observar que los cambios en la utilidad que los consumidores experimentan al momento que se presente un cambio económico, no sea medible, trae consigo dificultades en el momento de evaluar políticas y proyectos, como por ejemplo no se sabe el cambio que se genera en términos de utilidad, si genero mayor o menor utilidad para alguna persona, la implementación de un proyecto. Por esto se debe suponer que todas las personas perciben la misma utilidad por el cambio (Uribe et al., 2003).

Por lo anteriormente mencionado las medidas del bienestar utilizadas para conocer los cambios en la utilidad percibidos por los individuos cómo resultados de un proyecto o política, son la variación compensatoria y variación equivalente y estas son estimadas gracias a la demanda Hicksiana y Marshalliana (Uribe et al., 2003).

**Grafica 6. Variación Compensatoria y Variación equivalente**



Fuente: Autor, modificado de Uribe et al., 2003.

En la anterior gráfica se presentó la demanda Marshalliana  $X^M(P, m)$  para el bien  $X$  y dos demandas Hicksianas una para un nivel de utilidad ( $U^0$ ) y otra para un nivel de utilidad mayor ( $U^1$ ). Se puede observar que las pendientes de las dos funciones de demanda Hicksianas son mayores que la pendiente de la demanda Marshalliana, esto quiere decir que un cambio unitario en el precio tendría un menor impacto sobre las cantidades consumidas en la función de la demanda Hicksiana, debido a que esta función solo captura el efecto del precio sobre las cantidades consumidas, mientras que la función de la demanda Marshalliana tiene en cuenta el efecto del precio sobre

la demanda y también la del ingreso. Por ende se puede decir que un cambio en el precio tiene un efecto mayor en el consumo cuando el ingreso también varía (Uribe et al., 2003).

Al observar la gráfica 6 se puede apreciar el cambio en el EC que se produce cuando los precios varían de  $P^0$  a  $P^1$ , en conjunto con la función de demanda Marshalliana. Entonces el EC para esta ocasión será el área  $a+b$  (Uribe et al., 2003).

La VC corresponde a la máxima cantidad de dinero que un individuo se encuentra dispuesto a pagar para acceder a un cambio económico que le favorece, o la mínima que se encuentra dispuesto a aceptar para evitar un cambio que lo desfavorezca. Tomando como referencia la demanda Hicksiana para el nivel de utilidad inicial  $X^H(P, U^0)$  en la gráfica 6 la VC será el área  $a$  (Uribe et al., 2003).

La VE entonces es la cantidad de dinero que se debería pagar a un individuo o que un individuo debería pagar, para quedar finalmente como si un cambio económico que lo favorece o desfavorece hubiese ocurrido, aunque ese cambio realmente no haya ocurrido. La diferencia entre la VE y la VC es que el nivel de utilidad inicial no se mantiene ya que se accede a un nuevo nivel de utilidad  $U^1$ , relacionado con la función de la demanda Hicksiana  $X^H(P, U^1)$ , dejando así que la VE será la sumatoria de las áreas  $a+b+c$  de la gráfica 6 (Uribe et al., 2003).

### 6.3.3 Metodologías de valoración económica

Para poder realizar esta valoración económica, la economía ambiental utiliza diferentes metodologías las cuales se dividen en diferentes metodologías como las basadas en precios del mercado, como su nombre lo dice estas son basadas en precios de mercados las cuales utilizan el precio de los bienes y servicios que son transados en mercados comerciales, también están las metodologías directas, debido a que existen bienes o servicios de naturaleza no mercadeable en estos podemos encontrar el siguiente método (MADS, 2003):

- Método de Valoración Contingente: El cual se desarrolla al hacer preguntas sobre la disponibilidad a pagar o a aceptar por un bien o servicio ambiental, con lo que se crea un mercado hipotético y se busca la estimación de un precio para el bien o servicio en cuestión.

Otras metodologías son las indirectas la cual se basa en la observación del comportamiento de los individuos en mercados convencionales que se encuentren relacionados con los bienes no mercadeables para de esta manera poder inferir en la

naturaleza de la demanda de un bien o servicio ambiental. En esta metodología podemos encontrar los siguientes métodos (MADS, 2003):

- Método de Costo de Viaje: es utilizado para estimar los valores de uso de los ecosistemas que son destinados a la recreación los cuales no poseen un mercado definido donde se obtenga información sobre los precios y esta valoración se realiza a través de una forma indirecta por medio de mercados relacionados o valores sustitutos del mercado (MADS, 2003).
- Enfoque Producción de Hogares: Se utiliza para valorar el costo por la morbilidad relacionada con la contaminación, teniendo en cuenta que el costo en que incurre una persona a causa de una enfermedad se interpreta como una estimación de unos beneficios que se podrían conseguir con acciones para prevenir el daño, es decir estima el valor económico de cambios en la calidad ambiental a través de cambios en la salud de las personas (MADS, 2003).
- Método de los Precios Hedónicos: Este método se basa en el estudio de precios de las propiedades, el valor de estas dependen, entre otras cosas, de los beneficios que se pueden obtener como es el caso del beneficio del entorno en el cual se encuentre. Se supone que la variación en los precios de los bienes se debe a las diferentes características de cada bien (Kunze y Pardo, 1999), lo que se busca es desglosar el precio de un bien privado de mercado, en función de sus características, dichas características poseen un precio implícito lo cual al sumarlos se determina el precio del bien, de esta manera el precio de una vivienda se puede determinar por la agregación de los precios implícitos en las características y las del entorno en las que esté ubicada (Riera, 1994), el mercado importante para esta metodología es el de la vivienda, el cual permite evaluar aspectos ambientales como calidad del aire, ruido, cantidad de área verde, el paisaje, la oferta hídrica entre otros.

#### **6.3.4 Metodología de precios hedónicos**

En el momento en que una persona compra un bien cómo es una vivienda, esta se encuentra pagando por variables estructurales, características del entorno y atributos ambientales, algunos de estos últimos son la calidad del aire, la cercanía a áreas verdes, la oferta hídrica, el nivel de ruido, el paisaje, entre otros. Teniendo en cuenta esto, el Método de Precios Hedónicos (MPH), permite valorar económicamente los atributos ambientales no mercadeables cuando se encuentren asociadas a un bien como lo es la vivienda. (Uribe et al., 2003).

El término de Hedónico se refiere al análisis de los precios y de la demanda por los distintos atributos de un bien, los cuales generan distintos niveles de utilidad y cada uno de estos bienes y/o inmuebles se pueden diferenciar unos de otros por las características o atributos que se encuentren implícitos en estos (Rosen, 1974).

En el modelo de precios hedónicos lo que se busca es desglosar el precio de un bien, en función de sus diferentes características, estas poseen un precio implícito lo cual al sumarlos se determina el precio total del bien, así el precio de una vivienda se puede determinar por la sumatoria de los precios implícitos de las variables estructurales, características del entorno y atributos ambientales (Riera, 1994)

Las relaciones o regresiones hedónicas son relaciones entre el precio de un bien con sus respectivas características, en los que se encuentran los atributos ambientales. En ciertas circunstancias, es posible separar los efectos de esos atributos sobre la utilidad que ellos generan, de esta manera se puede determinar cómo varía el precio de un bien cuando hay un cambio en cada uno de los atributos. Esta es una herramienta que se puede utilizar para valorar monetariamente los atributos como la calidad ambiental, la presencia de parques o de cuerpos de agua y también se podría determinar la variación del precio por un cambio en estos atributos (Uribe et al., 2003).

Los objetivos de esta metodología (Mendieta, 2005) son:

- Identificar los atributos de un bien que explican su precio y a su vez darle una importancia cuantitativa a cada una de ellas.
- Determinar los precios implícitos de cada característica o atributo, con lo cual se obtiene la DAPMg por una unidad adicional de atributo.
- Estimación de los impactos, por ejemplo, de una externalidad sobre el precio de una propiedad.

El MPH posee diferentes supuestos estos son (Rosen, 1974):

- El precio de los inmuebles es una función de las características o atributos ambientales de su entorno.
- El rango de las características o atributos de un bien es continuo.
- La cantidad de una característica particular puede variar independientemente.
- La escogencia de un inmueble, depende de las preferencias y de los ingresos del individuo, de los precios y de los atributos ambientales de esos bienes.

Se habla que un mercado es implícito cuando un consumidor adquiere un bien como es la vivienda y esta posea diferentes características en esa transacción se le esta

asignando automáticamente, de manera implícita, un precio al conjunto de atributos que lo componen (Uribe et al., 2003).

### 6.3.5 Modelo de precios hedónicos

Los modelos Hedónicos se encuentran basados en que algunos bienes no son homogéneos y pueden ser diferentes en diversas características, una de estas es la calidad ambiental. La idea básica de estos modelos es que la utilidad del consumidor es una función de las cantidades de todos los bienes consumidos y además de las características que poseen estos bienes. Estos modelos se utilizan para analizar los efectos que tienen dichas características en el precio de un bien. En estos modelos se parte del hecho de que hay bienes vendidos en el mercado, cuyo precio refleja sus atributos. Este método se utiliza principalmente con la información del mercado de finca raíz y mercado laboral (Mendieta, 2005).

Por ejemplo, decidir en comprar una vivienda y se poseen dos opciones:

- Vivienda A: posee un baño
- Vivienda B: posee dos baños

inicialmente se parte de un supuesto de que las viviendas en sus demás características son iguales, cada una posee su precio,  $P_A$  y  $P_B$  al observar esto se puede inferir en que la diferencia entre estos dos precios es la disposición a pagar (DAP) por el número de baños (Mendieta, 2005).

Se debe tener en cuenta otro supuesto el cual dice el mercado es competitivo y que se encuentra en equilibrio, es decir que los precios de estas viviendas si fueran diferentes aunque sus atributos son exactamente iguales sería un mercado desequilibrado (Mendieta, 2005).

Suponiendo que un bien tiene cierta cantidad de características,  $z_1, z_2, \dots, z_m$ . Para este bien existirían oferentes y demandantes. Se puede decir que el precio de oferta del oferente  $j$  se expresa (Mendieta, 2005):

$$\text{Precio de oferta} = O_j(z_1, z_2, \dots, z_m)$$

Esta función refleja el costo marginal por una unidad más del bien. En el momento en que cada oferente saca al mercado un bien con sus diferentes características, le asigna un precio y lo ofrece. El precio de postura del demandante  $k$  se expresa (Mendieta, 2005):

$$\text{Precio de postura} = B_k(z_1, z_2, \dots, z_m)$$

Esta demanda del individuo se encontrara en función de las características o atributos de la vivienda y ese precio en el mercado reflejará los valores de la agregación de esas características (Mendieta, 2005).

Suponiendo muchos oferentes y demandantes. La transacción  $i$  del bien se realizara cuando oferentes y demandantes lleguen a un mutuo acuerdo (Mendieta, 2005):

$$\text{Precio oferta} = \text{precio postura} = P(z_1, z_2, \dots, z_m)$$

El origen de este modelo es entonces el equilibrio de mercado, debido a que si este equilibrio no existe entre oferentes y demandantes no se realizaría la transacción. También se debe tener en cuenta que una familia debe decidir entre ofrecer un dinero al oferente, para realizar una transacción que al mismo tiempo maximice su utilidad (Mendieta, 2005).

$$\text{Max}_{z_1, \dots, z_m, q^H} U[z_1, \dots, z_m, q^H] \text{ sujeto a } y = P(z_1, \dots, z_m) + P^H$$

Donde,  $P^H$  es el precio de la canasta Hicksiana, es decir el nivel de utilidad que esa familia experimenta por el consumo de ese bien el cual posee un conjunto de características a comparación de otro bien que consuma esa familia con otras características diferentes (Mendieta, 2005).

Se pueden apreciar que características son preferidas al observar las preferencias de los consumidores en el mercado teniendo en cuenta el efecto marginal en los precios. La función de precios hedónico es igual al valor marginal. Teóricamente el modelo de precios hedónicos proporciona una medida de la disponibilidad a pagar marginal (Mendieta, 2005).

Lo que hacen las familias en el modelo hedónico es elegir un vector de atributos ambientales  $A$ , un vector  $Z$  de características de la vivienda (Mendieta, 2005):

$$P = (Z, A)$$

También se debe incluir un valor  $x$  que representa los gastos en que se incurren para elegir una unidad vivienda. Las familias enfrentan una restricción de ingreso  $y$ , también incluyen un  $\alpha$  que representa las características socioeconómicas, en el momento que se tenga en cuenta lo anterior el problema de maximización de la utilidad se puede definir como (Mendieta, 2005):

$$\text{Max}_{Z,A,x} U[Z, A, x; \alpha] \text{ sujeto a } y = P(Z, A) + x$$

Existe una función que representa la DAP de los hogares por una unidad de vivienda con características  $Z$  y atributos ambientales  $A$ , dado un ingreso  $y$ , con un nivel de utilidad  $U$ , esta se denomina la función de postura  $\theta(Z, A, x; \alpha)$ , se puede definir (Mendieta, 2005):

$$U(Z, A, y - \theta; \alpha) = U$$

Los costos de las viviendas también son representadas por una función en la que  $N$  es el número de unidades producidas y  $\beta$  es un vector de tecnologías específicas para la producción del bien (Mendieta, 2005):

$$C(Z, A, N; \beta)$$

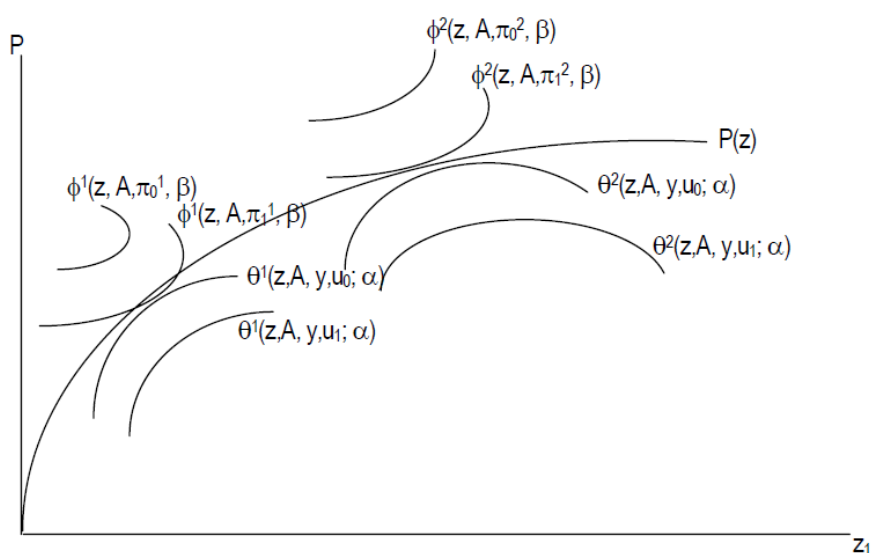
El problema de la maximización de los dueños se define como (Mendieta, 2005):

$$\text{MAX}_{Z,A,N} NP(Z, A) - C(Z, A, N; \beta)$$

La función de oferta  $\phi(Z, A, \pi, \beta)$  representa el precio unitario en que un propietario puede aceptar por una unidad de vivienda teniendo unos beneficios representados por  $\pi$  (Mendieta, 2005).

Cuando el mercado se encuentra en equilibrio las funciones de postura y de oferta son justamente tangentes, en la gráfica 7 se observa la función de precio Hedónico y se define que las funciones superiores son las de oferta de los vendedores y las funciones inferiores son las de postura de los hogares.

**Grafica 7. Función de precio hedónico**



Fuente: Mendieta, 2005.

La función de precio hedónico ayuda en la estimación de los beneficios sociales por mejoras en los atributos marginales y no marginales. Estos beneficios pueden ser estimados mediante la especificación de una forma funcional apropiada, teniendo en cuenta el supuesto de que el mercado de vivienda se encuentra en equilibrio. Las formas funcionales más utilizadas son la lineal Box -Cox, Log-lineal, Semi-log y la lineal. Las formas funcionales Cuadrática Box-Cox, Translog y Cuadrática Semi-log han sido raramente implementadas (Mendieta, 2005).

Los problemas que se relacionan con la aplicación de modelos hedónicos son las imperfecciones de mercado, como lo pueden ser la información imperfecta y los problemas en la medición del error. En las aplicaciones empíricas se parte de los supuestos de que el mercado se encuentra en equilibrio y la oferta por viviendas siempre es fija. Estos son válidos para el corto plazo pero no para el largo plazo. Por lo general, el mercado de la vivienda en el largo plazo no se encuentra en equilibrio (Mendieta, 2005).

### **6.3.6 Estimación de la DAP**

La DAP no marginal de mejoras en los atributos ambientales se puede obtener de la regresión hedónica, teniendo en cuenta que no existan cambios en la función de precio hedónico, esto quiere decir que los beneficios sociales totales de una mejora no marginal en un atributo ambiental aumentara al mismo tiempo con el valor de la vivienda, Cuando se dice que existe un cambio no marginal en algún atributo se refiere a la existencia o inexistencia de dicho atributo. La diferencia en el valor de la vivienda

proyectada en función de precio hedónico será el valor máximo de la regresión de la DAP de ese hogar. Así mismo, la DAP marginal también se puede obtener de la regresión hedónica y cuando existe una mejora de un atributo ambiental esta será igual a la derivada de la función de precio hedónico con respecto al atributo ambiental que se tiene al principio (Bartik, 1998):

$$\frac{\partial P(Z, A)}{\partial A} \Big|_{A=A_1}$$

Para la estimación de la función hedónica se utilizan diferentes características y de estas dependería el valor de la vivienda, cada una de estas determinaría una variación en el valor de la vivienda y una DAP de los hogares por el aumento o mejoramiento en cada una de ellas.

Las características más comunes utilizados en estudios hedónicos son número de cuartos, área de la vivienda, tamaño promedio de los cuartos, número de baños, números de alcobas con inodoros, número de pisos, número de chimeneas, número de garajes y espacios cubiertos, tamaño del lote, cercanía de acuíferos, edad, año de construcción, datos de ventas, meses de venta, calidad de la construcción, condición estructural, índice de calidad de caminos, pisos y techos, índice de calidad sanitaria, tipo de calle, tráfico, condiciones externas, ruido (decibeles), distancia a la playa o lago, Nitratos en el Agua Subterránea, tiendas, empleos, tiempo de trabajo y accesibilidad (Mendieta, 2005).

Las variables discretas más comunes utilizadas en estudios hedónicos son casa de ladrillos, sótanos, terraza, casa de una sola planta, casa con terraza, garaje, techado, calidad excelente o buena, mejoras, mejoras requeridas, patio trasero, parque, calle cerrada, transporte público, recolección de basura, luz en las calles, electricidad, cañerías, aire acondicionado, teléfono, piscina, lavaplatos, terreno de pasto, horno, chimenea, cocina independiente, baño privado, calefacción eléctrica, calentador de agua, calentador central, horno calorífico, año en el cual la propiedad es vendida, venta por debajo del valor de mercado, ocupación de propietarios, tenencia legal, vista de paisajes, vista de escenarios acuáticos, fachada en frente a un sitio acuático, fachada en frente a un parque, apoyo en el parque, área de frente con actividades recreacionales, inaccesibilidad y localización sobre el canal (Mendieta, 2005).

Las características más comunes sobre el vecindario son porcentaje de blancos, porcentaje de etnias, porcentaje de desempleo, porcentaje de fuerza de trabajo en diferentes trabajos, media, mediana y variabilidad de los ingresos en el vecindario,

porcentaje de familias con niños, densidad de población, densidad de viviendas, localización en la ciudad, variables discretas para país o región, distrito escolar, tasa de crímenes, calidad de la escuela, gastos en seguridad pública, porcentaje de población alrededor de los 60 años, porcentaje de familias sin carros o con más de dos carros, porcentaje de tierra en uso industrial, porcentaje de tierra accesible/ inaccesible para espacios abiertos, nuevos vecindarios construidos, altitud, visibilidad, NO<sub>2</sub>, partículas suspendidas totales (Mendieta, 2005).

La estructura de los precios hedónicos refleja la DAP de los hogares por el aumento o mejora de un atributo en particular, observando que la medición de este atributo corresponde a la percepción por el consumo de los hogares, por eso la estimación del precio de un atributo requiere la percepción de la calidad ambiental como una variable independiente (Harris, 1981).

### **6.3.7 Antecedentes de la metodología de precios hedónicos**

Es importante mencionar que la valoración económica ambiental es un tema que ha venido tomando importancia a través del tiempo debido a que cada vez más se necesita información para poder darle un buen uso a los recursos ambientales, se pueden encontrar ejemplos de su implementación en distintos lugares del mundo valorando diferentes características ya sean ambientales, estructurales o del entorno, a continuación se dará una breve reseña de algunos estudios que se han realizado en diferentes ciudades utilizando el MPH y como aportan para el desarrollo de este proyecto.

Un documento interesante para este proyecto sería **“Impacto de la percepción de la calidad del aire sobre el precio de las viviendas en Concepción-Talcahuano, Chile”** se realiza una evaluación empírica del impacto que se genera por la contaminación del aire causado por los olores emitidos por diferentes empresas al beneficio económico de las poblaciones aledañas, provocando un efecto negativo en el precio de las viviendas. Este estudio muestra la factibilidad de desarrollar estudios con este método para analizar problemas de contaminación, el cual se determinó un efecto negativo sobre el precio de las viviendas.

Otro estudio el cual es interesante es **“Estimación de precios hedónicos para propiedades residencial y comercial en la ciudad de Bogotá”** una investigación realizada por la revista académica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en este documento cabe destacar la implementación de diferentes modelos econométricos en los cuales se tiene como base las características de las viviendas

como son las variables estructurales y de localización y con base en esto se elabora el impuesto predial, otra aplicación podría ser para la determinación de la importancia de las variables ambientales que influyan en las viviendas, aunque en este artículo no se tuvieron en cuenta estos atributos ambientales, se utilizaron características estructuras y algunas del entorno.

Un documento el cual ayuda a este proyecto, en cuanto a la ciudad de Bogotá, es **“La calidad de la vivienda a partir de enfoques hedónicos individuales y agregados especiales: un caso aplicado a la ciudad de Bogotá”** en el cual se realizó una valoración del área metropolitana de Bogotá teniendo en cuenta cada una de las características de las localidades que se encuentran en las UPZ y de esta manera confirmar la hipótesis de que los elementos que constituyen la denominada calidad de vivienda juegan un papel determinante en la conformación de los precios de cada una de estas, este ejemplo es importante porque al confirmar que los elementos que constituyen la calidad de vivienda son importantes para la determinación del precio de estas, ofrece un punto de partida para el proyecto, en este documento se plantea utilizar la Encuesta de Calidad de Vida (ECCV) que fue elaborada por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) debido a la veracidad de los datos recolectados por esta institución.

Otro estudio identificado es **“Especificación y estimación de un modelo de precio hedónico espacial para evaluar el impacto de Transmilenio sobre el valor de la propiedad en Bogotá”** elaborado por la universidad de los Andes, en el que se determina la variabilidad en los precio de las viviendas las cuales son directa o indirectamente afectadas por la construcción del sistema de transporte masivo Transmilenio, en este articulo se puede apreciar que una variable como la cercanía al sistema de transporte masivo puede tener un efecto en el precio de las viviendas, teniendo en cuenta esto, también se puede aplicar para las variables ambientales como es el área verde urbana por habitante y determinar su influencia en el precio de las viviendas. En este documento se puede observar que muestran una fuente de información la cual podría ser de mucha importancia como es el Departamento Administrativo Catastro Distrital.

Un artículo que podemos estudiar para el desarrollo del proyecto es **“Calidad de la vivienda a partir de la metodología de precios hedónicos para la ciudad de Bogotá-Colombia”** en este documento se realiza un estudio sobre la calidad de la vivienda en Bogotá, la cual se encuentra condicionada por la pobreza en la cual se encuentra algunas localidades. Este documento es de mucha importancia debido a

que se determina la variación del precio de las viviendas por varias características entre ellas dos ambientales las cuales eran la variación en la calidad del aire y la presencia de zonas verdes, también nos muestra diferentes lugares donde se puede conseguir la información necesaria para el desarrollo del presente proyecto los cuales serían Metro Cuadrado, la Secretaría Distrital de ambiente y el DANE.

A continuación se presentará una tabla con los respectivos resultados de los documentos citados:

**Tabla 3. Variación del precio por diferentes atributos ambientales**

Título	Lugar aplicación	Método valoración	Variación del Precio	Variable influyente	Fuente
Impacto de la percepción de la calidad de aire sobre el precio de las viviendas en Concepción-Talcahuano, Chile	vía entre Concepción y Talcahuano, Chile	Método de Precios Hedónicos	-26,76%	Malos olores	Mardones Cristián, 2006
Estimación de precios hedónicos para propiedades residencial y comercial en la ciudad de Bogotá	En general la ciudad de Bogotá y en sus diferentes zonas de actividades comerciales o residenciales	Método de Precios Hedónicos	10%	Calificación de la construcción	Melo Martínez Carlos Eduardo, Melo Martínez Oscar Orlando, 2003
La calidad de la vivienda a partir de enfoques hedónicos individuales y agregados especiales: un caso aplicado a la ciudad de Bogotá	En todas las localidades de Bogotá, Colombia	Método de Precios Hedónicos	1,60%	aumento 1% en el puntaje de la calidad de la vivienda	Morales Zurita Leonardo, 2005
Especificación y estimación de un modelo de precio hedónico espacial para evaluar el impacto de Transmilenio sobre el valor de la propiedad en Bogotá	alrededor de los corredores principales y las rutas alimentadoras de la fase I y II de Transmilenio, Bogotá	Método de Precios Hedónicos	1%	Cercanía al Transmilenio	Mendieta Juan Carlos, Perdomo Jorge Andrés, 2007
Calidad de la vivienda a partir de la metodología de precios hedónicos para la ciudad de Bogotá-Colombia	En todas las localidades de Bogotá	Método de Precios Hedónicos	-62%	aumento 10% del PM 10	Revollo Fernández Daniel Alfredo, 2009

Fuente: Elaboración propia

El documento de “**¿Están los bogotanos interesados en vivir cerca de un parque urbano?**” es un archivo muy importante para este estudio debido a que lo que se busca desarrollar es muy parecido a lo que se busca en este proyecto, en este documento se utilizó el MPH para determinar la cantidad de dinero que los bogotanos están dispuestos a ofrecer por la cercanía a un área verde urbana, se utilizaron diferentes datos importantes los cuales también se utilizaron en este proyecto como

es el indicador de m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante. En ese proyecto realizado por la Universidad del Valle se determinó que lo más importante no era la distancia a un área verde sino el tipo de área verde urbana que se encontraba más cercana, fue un documento de gran ayuda debido a que se utilizaron fuentes de información mencionadas en este documento.

Un documento el cual ayudo para el planteamiento de este proyecto es el **“Precios hedónicos para la valoración de atributos de viviendas sociales en la región metropolitana de Santiago”** en este se utiliza un modelo de precios hedónicos para medir los atributos de mercados en los programas de vivienda de interés social, en el cual se realiza la estimación de los atributos tales como la distancia a diferentes servicios y también de las características estructurales, de los cuales se determinaron que las variables como el número de habitaciones, baños, así como el acceso a agua caliente y alcantarillado fueron las características más relevantes para el precio, este Documento plantea la idea de trabajar con información de una encuesta la cual es la encuesta de Caracterización Socio-Económica Nacional (CASEN) elaborada en el año 2000, dejando así planteada la idea de poder utilizar la encuesta Multipropósito para Bogotá Distrito Capital (EMB).

Un artículo interesante de nombre **“Estimating the value of urban green areas: A hedonic pricing analysis of the single family housing market in Los Angeles, CA”** en el cual hacen un análisis de los informes de ventas de viviendas en Los Ángeles para estimar los valores de las zonas verdes urbanas y lograron determinar que por la cercanía a estas e incluyendo otros atributos le suman un 1% del valor del inmueble, sin tener en cuenta los costos de mantenimiento, de manera que las personas quieran estar con más zonas verdes, ellos no están dispuestos a asumir los costos que esto conlleva.

Otro documento en el cual se realiza una valoración de las zonas verdes urbanas es **“Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: A case study in Jinan City, China”** un estudio que se realizó en la ciudad de Jinan en China e hizo posible la cuantificación monetaria de las características de las zonas verdes utilizando un modelo de precios hedónicos, utilizando un Sistema de Información Geográfica SIG para incluir esa variable en el modelo de precios hedónicos, demostrando que el precio de una vivienda aumenta si en un radio de 500 metros existe una zona verde urbana los cuales pueden ser usados para la recreación, esparcimiento entre otros.

Otro estudio realizado en China es el de “**Amenities and disamenities: a hedonic analysis of the heterogeneous urban landscape in Shenzhen (China)**” el cual nos dice que las características del paisaje influyen en los precios de los hogares y en ese estudio demostraron que los jardines residenciales fueron el paisaje más valorado con un aumento de 17,2% en el precio de la vivienda, al contrario de las aldeas urbanas que poseen un descenso en el precio del 3,72% y 2,5% por la visibilidad y disponibilidad de este escenario respectivamente.

A continuación se presentara una tabla con los respectivos resultados de los documentos citados:

**Tabla 4. Variación del precio por presencia o cercanía de área verde**

<b>Título</b>	<b>Lugar aplicación</b>	<b>Método valoración</b>	<b>Variación del Precio</b>	<b>Variable que afecta</b>	<b>Fuente</b>
¿Están los bogotanos interesados en vivir cerca de un parque urbano?	Ciudad de Bogotá	Método de Precios Hedónicos	15'155.500	Vivir cerca de un parque zonal	Penagos Concha Ángela María, 2003
Calidad de la vivienda a partir de la metodología de precios hedónicos para la ciudad de Bogotá-Colombia	En todas las localidades de Bogotá	Método de Precios Hedónicos	0,37%	Presencia área verde urbana	Revollo Fernández Daniel Alfredo, 2009
Precios hedónicos para la valoración de atributos de viviendas sociales en la región metropolitana de Santiago”	Límites urbanos de la ciudad de Santiago de Chile	Método de Precios Hedónicos	0,08%	Presencia área verde urbana	Quiroga Bernardo, 2007
Estimating the value of urban green areas: A hedonic pricing analysis of the single family housing market in Los Angeles, CA	Los Angeles, California	Método de Precios Hedónicos	1%	Cercanía área verde urbana	Saphores Jean Daniel, 2011
Using GIS and landscape metrics in the hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: A case study in Jinan City, China	Jinan, China	Método de Precios Hedónicos	2,10%	Cercanía área verde urbana	Fanuha Kong, Haiwei Yin, Nobukazu Nakagoshi, 2006
Amenities and disamenities: a hedonic analysis of the heterogeneous urban landscape in Shenzhen (China)	Shenzhen, China	Método de Precios Hedónicos	17,20%	Cercanía área verde urbana	Wendy Y Chen, C Y Jim, 2006

Fuente: Elaboración propia

## 6.4 MARCO LEGAL

En Colombia se puede observar que desde la creación del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y del Sistema Nacional Ambiental (SINA) en el año de 1993, se reordeno el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, en el momento que se dicto la ley 99, se le ha prestado interés a la parte de la valoración del medio ambiente al decir que en su función 43 el ministerio debe establecer técnicamente las metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables (Colombia, 1993). Gracias a lo anterior se llevo a la creación del documento Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales del MADS en el año de 2003 en el cual dice que la valoración se podría definir como todo intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionado por los recursos naturales independientemente de si existen o no precios de mercado que ayuden a hacerlo (MADS, 2003).

Después de eso se puede observar que con el decreto 2820 del 2010 sobre las licencias ambientales indica que la valoración económica debe ser incluida para la toma de decisiones en las políticas y proyectos que estén relacionados con el ambiente y por lo tanto todos los proyectos que quieran obtener una licencia ambiental tiene que valorar económicamente sus impactos ambientales más relevantes (MADS, 2010).

Un decreto más enfocado en lo que se desarrolla este proyecto es el decreto distrital 619 del 2000 Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, en este se puede observar en el artículo 229 la definición de los parques distritales la cual nos dice que corresponden a aquellos espacios verdes de uso por la comunidad que actúa como reguladores de equilibrio ambiental, estas zonas son representativos del patrimonio natural y garantizan el espacio libre destinado a la contemplación, recreación y ocio. Estos se organizan jerárquicamente y en forma de red para que de esta manera se pueda cubrir toda la ciudad, e involucran funcionalmente los principales elementos de la estructura ecológica principal para mejorar las condiciones ambientales en el territorio urbano (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000), este concepto es importante debido a que la presencia y cercanía de estas áreas verdes es lo que se desea valorar.

## 7 DESARROLLO METODOLÓGICO

Esta metodología se desarrolla utilizando información secundaria la cual se puede encontrar en diferentes bases de datos, como en entidades del estado o en privadas. Las fases a seguir por la metodología son las siguientes (Uribe et al., 2003).

### 7.1 Preparación del proyecto.

En esta primera fase se identifica el atributo ambiental que se desea valorar ya sea calidad de aire, paisaje, erosión, ruido, entre otros, en el caso de este proyecto lo que se quiere valorar es la disponibilidad de áreas verdes urbanas por habitante y también la cercanía de la vivienda a las áreas verdes urbanas. Para esto se debe seleccionar una variable que describa el atributo como es el indicador de m<sup>2</sup> de área verde por habitante, además en las bases de datos conseguidos para el proyecto la variable que describía la cercanía a las áreas verdes era el tiempo que se gastan caminando las personas del hogar en llegar a el área verde urbana más cercana (Uribe et al., 2003).

Al momento de realizar lo anterior se procedió a estructurar la hipótesis del proyecto la cual es:

- La presencia y cercanía de áreas verdes urbanas a las viviendas, las cuales presten servicios ambientales, poseen una influencia en el valor de dichas viviendas y su comportamiento es positivo.

### 7.2 Revisión bibliográfica.

Debido a que el MPH se basa en información secundaria esta es una fase crucial para el desarrollo del proyecto lo primero que se realizo fue estudiar la metodología de precios hedónicos, en el cual podemos decir que un bien como lo es la vivienda puede ser explicado por un conjunto de características estructurales, algunas de estas pueden ser (Uribe et al., 2003):

- Área
- Número de habitaciones
- Número de baños
- Número de garajes
- Tipo de vivienda, si esta es casa o apartamento
- Edad
- Materiales

Además estos bienes también poseen características del entorno, las cuales pueden dividirse en dos (Uribe et al., 2003):

1. Socioeconómicas, algunas de estas son:
  - Hospitales
  - Inseguridad
  - Escuelas
  - Impuestos
  - Presupuesto gobierno local
2. Ambientales y urbanísticas, algunas de estas son:
  - Calidad del aire
  - Nivel de ruido
  - Espacios naturales
  - Actividades culturales
  - Acceso a servicios públicos
  - Transporte público
  - Vías de acceso

Al momento de tener en cuenta esto se buscó varios antecedentes de implementación de esta metodología inicialmente a nivel internacional, luego a nivel nacional y local, y al momento de revisarlos cada uno de estos aportaron diferentes consejos para la búsqueda de información, se recomendaron algunas entidades o instituciones, ya sean públicas o privadas para la recolección de la información necesaria sobre las características de las viviendas de la ciudad de Bogotá.

En el momento de hacer esta revisión bibliográfica se encontraron algunos lugares donde se podría conseguir la información, Estos podrían ser:

- Departamento administrativo Catastro Distrital: En esta institución del estado se podrá conseguir información sobre las características estructurales de los inmuebles, además de su avalúo catastral, el cual es aproximadamente el 70% del valor comercial del inmueble.
- Secretaria Distrital de Ambiente: En este lugar del estado se podrá conseguir información acerca de los atributos ambientales de los inmuebles como es el ejemplo de la calidad del aire, la oferta hídrica, entre otros.
- Metro Cuadrado: Esta es una empresa privada de la cual se podría conseguir las características estructurales de los inmuebles con sus respectivos el valores comerciales es decir, el valor real del inmueble

- IDR: Institución del estado de la cual ofrece información sobre la cantidad de áreas verdes urbanas y el indicador de metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área verde por habitante que vamos a utilizar para la valorización económica.
- DANE: En esta institución del estado se podrá solicitar información sobre la Encuesta de Calidad de Vida (ECCV) o la Encuesta Multipropósito para Bogotá Distrito Capital (EMB), en la cual encontraremos información sobre las características estructurales, los atributos del entorno de los inmuebles y características socioeconómicas de las personas que habitan esas viviendas.

Esta parte del proyecto complementa la primera en el momento en que se sabe cuáles son las variables que se encuentran en las bases de datos y así asignarla al atributo ambiental correspondiente, como ya se había mencionado anteriormente el indicador de m<sup>2</sup> de área verde por habitante y el tiempo que se gastan caminando las personas del hogar en llegar a el área verde urbana más cercana fueron unas de las variables más importantes.

### **7.3 Recolección de información.**

En el momento en que se terminó la fase anterior se realizó la respectiva recolección de la información secundaria de las características o atributos de los inmuebles y estos fueron los resultados de las averiguaciones en cada uno de los lugares escogidos:

- Departamento administrativo Catastro Distrital: Al solicitar información a esta institución del estado se determinó que la información que podría ser relevante para este proyecto poseía un costo de \$58.000 pero esta información estaba fraccionada en diferentes lugares en toda la ciudad, dicha información no contenía muchas características de la vivienda, las de su entorno y muy poco sobre información de características ambientales, además no poseía la información sobre el valor real del inmueble, tenía el avalúo catastral, el cual es aproximadamente el 70% del valor comercial del inmueble (Catastro, 2012).
- Secretaria Distrital de Ambiente: En este lugar se solicitó información sobre características ambientales de los inmuebles de Bogotá lo cual no se pudo utilizar debido a una falta de compatibilidad para la relación de las características ambientales con las otras características estructurales de los inmuebles (SDA, 2012).
- Metrocuadrado: A esta empresa privada se solicitó la información sobre los valores comerciales de las viviendas, sus características estructurales y ambientales, pero la búsqueda fue infructuosa debido a que como esta es una

empresa privada no ofrecían sus bases de datos a personas externas (Metrocuadrado, 2012).

- IDR: Se buscó por medio de la red la información sobre el indicador de m<sup>2</sup> de área verde por habitante, el cual se encontró para cada una de las localidades de la ciudad de Bogotá (IDR, 2009).
- DANE: Esta institución del estado se solicitó información sobre la ECCV, pero esta información era demasiado general para cada departamento y no se podía seleccionar simplemente a la Ciudad de Bogotá que es la ciudad de estudio, por ese motivo se decidió utilizar la EMB, la cual surge como una necesidad del distrito de obtener información socioeconómica periódica para la formulación, seguimiento y evaluación de las políticas distritales, dando continuidad a las encuestas anteriormente realizadas por este departamento, teniendo en cuenta que esta encuesta se encuentra dividida para localidades y sus estratos, dando así la posibilidad de incluir el indicador de m<sup>2</sup> de área verde por habitante que se encontró en el IDR. En esta encuesta se encontró información sobre las características estructurales, los atributos del entorno de los inmuebles, características ambientales de las viviendas y características socioeconómicas de las personas que habitan esas viviendas, dicha encuesta se encontró en la página de internet del DANE (DANE, 2011).

#### **7.4 Análisis bases de datos.**

El objetivo de este proyecto como ya se había mencionado es la estimación de la variación en los precios de las viviendas en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta la influencia de la presencia y cercanía de áreas verdes de los inmuebles aplicando el MPH.

Se decidió utilizar la EMB del DANE la cual incluye temas en torno a problemas específicos que afectan la calidad de vida urbana de Bogotá y sus localidades, y que permiten la comparación con otras ciudades a nivel internacional (DANE, 2011).

Esta fue la primera encuesta de las que se propone aplicar la Secretaria Distrital de Planeación, con una periodicidad de cada dos años, está diseñada específicamente para responder a las necesidades de Bogotá, de esta manera definir una línea de base para los planes de desarrollo futuros, su evaluación a la mitad y al final de la administración (DANE, 2011).

Uno de los objetivos de esta encuesta, por la cual se seleccionó como base de datos para el presente proyecto, es que buscaba información sobre diferentes aspectos de la

calidad del entorno de la vivienda, tales como, el nivel de contaminación visual, auditiva, el manejo de basura y residuos, inseguridad, entre otros. Otro motivo por el cual se decidió seleccionar esta encuesta fue porque buscaba suministrar información sobre el ingreso y la estructura de gasto de los hogares bogotanos, en el cual se encuentra la información del precio de la vivienda (DANE, 2011).

La encuesta EMB se planteó para cubrir las 19 localidades urbanas de la ciudad de Bogotá, cada una de estas se encontraban constituidas por segmentos de predios que son la agrupación de un promedio de 8 predios los cuales se encontraban en la misma localidad, estrato, sección y manzana, con el objeto de disminuir la dispersión geográfica. En esta encuesta se investigo todas las viviendas encontradas en cada predio y todos los hogares que se encuentren dentro de cada vivienda, a estos segmentos de predio se les conformó un promedio de 10 manzanas, en las cuales se encuestó todos los hogares que se encontraron en ellas y se tuvo en cuenta el número de viviendas por manzanas seleccionadas. Teniendo en cuenta lo anterior la muestra total de los predios y segmentos llegan a un número de 17.000 hogares en las 19 localidades (DANE, 2011).

**Tabla 5. Muestra de predios y viviendas para las 19 localidades de Bogotá**

<b>Localidad</b>	<b>Hogares</b>	<b>Viviendas</b>	<b>Predios</b>	<b>Segmentos</b>
01 USAQUÉN	967	930	845	106
02 CHAPINERO	1.106	1.095	996	125
03 SANTAFÉ	961	942	857	107
04 SAN CRISTOBAL	878	845	768	96
05 USME	802	764	695	87
06 TUNJUELITO	894	868	789	99
07 BOSA	836	828	752	94
08 KENNEDY	804	758	689	86
09 FONTIBÓN	827	803	730	91
10 ENGATIVÁ	895	860	782	98
11 SUBA	971	875	795	99
12 BARRIOS UNIDOS	917	899	817	102
13 TEUSAQUILLO	1.112	1.020	927	116
14 MÁRTIRES	836	812	738	92
15 ANTONIO NARIÑO	870	820	746	93
16 PUENTE ARANDA	862	837	761	95
17 CANDELARIA	798	775	704	88
18 RAFAEL URIBE	856	839	763	95
19 CIUDAD BOLÍVAR	807	799	727	91
<b>TOTAL MUESTRA</b>	<b>17.000</b>	<b>16.370</b>	<b>14.882</b>	<b>1.860</b>

Fuente: DANE, 2011

La EMB posee una cantidad de 16.508 observaciones de diferentes hogares en todas las localidades, de la cual se decidió eliminar observaciones debido a que no todas poseían la variable que se pretende explicar que es el precio de la vivienda, ya que existían hogares los cuales pagaban arriendo. Después de realizar esto se eliminaron otras observaciones de viviendas compradas en años anteriores al 2005, ya que esta variable presentaba gran variabilidad en los datos debido a que se encontraron observaciones desde el año 1.900, además estos valores se transformaron a valor presente utilizando el Índice de precios al consumidor (IPC) de las viviendas, dato obtenido en el DANE para el 2012, para que de esta manera se refleje el comportamiento del mercado de la vivienda en el valor de estas. También se procedió a eliminar observaciones por errores. Una vez se realizó esto se obtuvieron 1.903 observaciones de hogares con la variable dependiente del presente proyecto, la cual refleja el comportamiento del mercado de la vivienda desde el año 2005 hasta el año 2012, el valor de la vivienda.

Al momento de obtener las observaciones se procedió a incluir, por localidad, el indicador de m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante obtenida en el IDRD debido a que esta es una de las variables que se busca valorar en el proyecto y por esta razón se incluirá en el modelo econométrico.

Teniendo en cuenta las variables que se observaron en la revisión bibliográfica las cuales podrían ser significantes para el modelo, se seleccionaron un conjunto de variables estructurales, características del entorno y atributos ambientales de los inmuebles ya que el precio de una vivienda puede ser explicado por dicho conjunto de variables.

Otras variables que se tuvieron en cuenta para elaborar esta metodología son las que fueron nombradas anteriormente en el marco conceptual por Mendieta, algunas de estas pueden ser número de cuartos, área de la vivienda, tamaño promedio de los cuartos, número de baños, números de alcobas con inodoros, número de pisos, número de chimeneas, número de garajes y espacios cubiertos, tamaño del lote, cercanía de acuíferos, edad, año de construcción, entre otras.

También se tuvo en cuenta las variables discretas más comunes utilizadas en estudios hedónicos, algunas de estas son casa de ladrillos, sótanos, terraza, casa de una sola planta, casa con terraza, garaje, techado, calidad excelente o buena, mejoras, mejoras requeridas, patio trasero, parque, transporte público, recolección de basura, entre otras (Mendieta, 2005).

Además se consideraron las características más comunes sobre el vecindario, algunas de estas pueden ser variabilidad de los ingresos en el vecindario, porcentaje de familias con niños, densidad de población, densidad de viviendas, localización en la ciudad, variables discretas para país o región, distrito escolar, tasa de crímenes, calidad de la escuela, gastos en seguridad pública, altitud, visibilidad, NO<sub>2</sub>, partículas suspendidas totales, entre otras (Mendieta, 2005).

Las variables que se tuvieron en cuenta para el modelo que se encontraban disponibles en la EMB son:

1. Variables estructurales:

- Año de la compra del inmueble
- Si el hogar paga administración
- Si el hogar recibió subsidio en los últimos 24 meses para la compra, remodelación, mejora de la vivienda
- El número de personas que habitan la vivienda
- El número de cuartos de la vivienda
- Disposición de garaje
- Disposición de jardín o patio
- Disposición de terraza
- Disposición de zonas verdes o zonas de propiedad común
- El número de baños
- Si el hogar posee vehículo
- Número de pisos
- Presencia de Ascensor
- Tipo de vivienda (casa o apartamento)
- Material de paredes
- Material de pisos

2. Características del entorno:

- La presencia o ausencia de establecimientos dedicados a la industria, comercio o servicios
- Tipo vía de acceso
- El inmueble se encuentra en un conjunto cerrado
- Inseguridad
- Estrato

3. Atributos ambientales:

- La recolección de basuras por el servicio de aseo

- Menos de 10 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes
- Entre 10 y 20 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes
- Mayor a 20 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes
- Presencia de contaminación visual
- Presencia de contaminación del aire
- Presencia de contaminación por residuos sólidos
- m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante (IDRD)

Estas variables fueron las que inicialmente se utilizaron para realizar el modelo econométrico y de esta manera poder explicar la variable del valor de la vivienda que también se encuentra en la EMB.

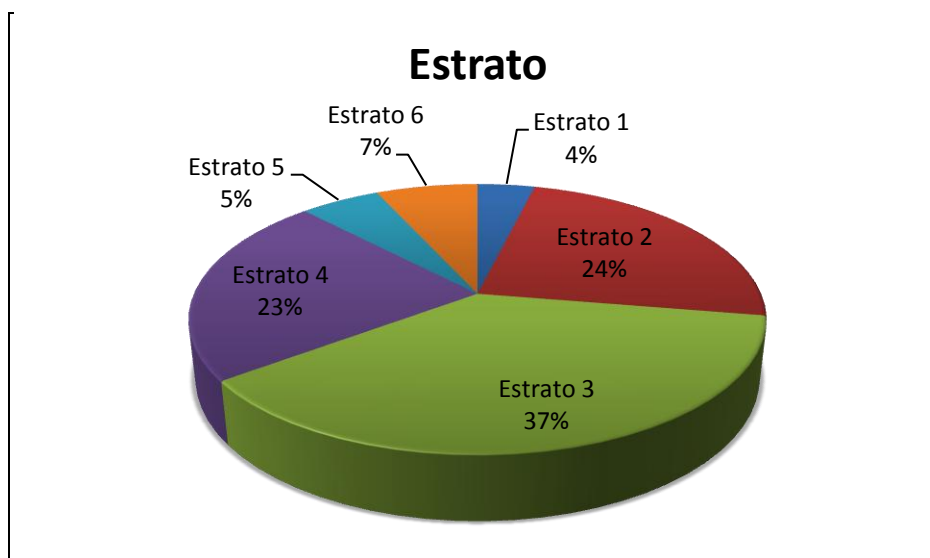
La ultima variable como ya se había mencionado anteriormente se obtuvo del IDRD la cual es m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante que se encontraba definida por localidades

#### 7.4.1 Estadística descriptiva de las variables

Se realizó una descripción de las variables que se utilizaron en el modelo econométrico y estos fueron los resultados:

Estrato:

**Grafica 8. Estrato**

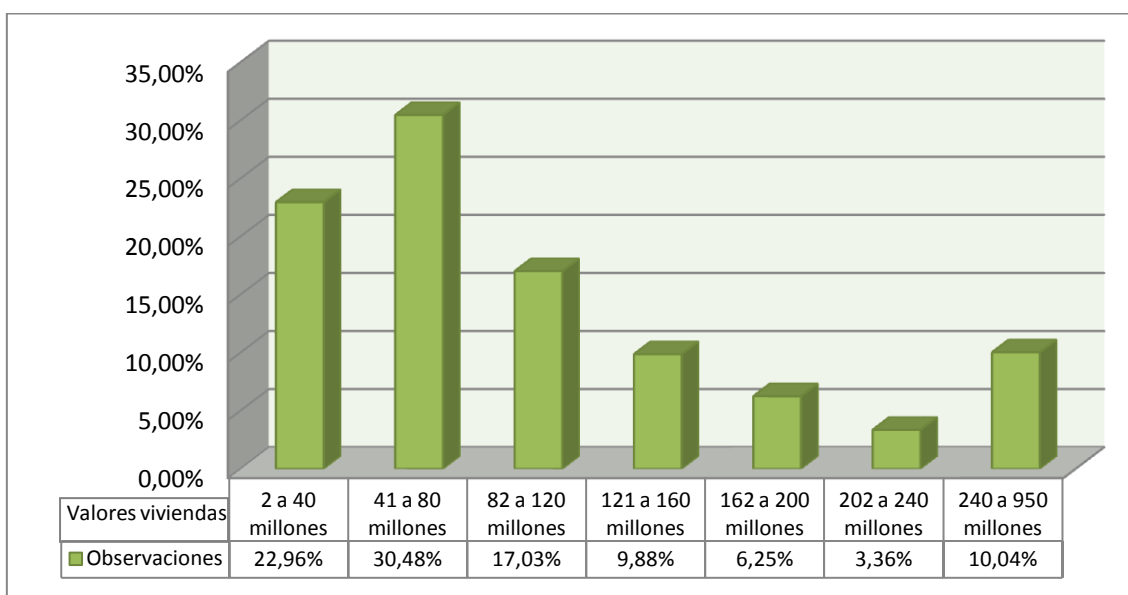


Fuente: El autor

Se tomo la variable estrato como una variable categórica indicando el cambio del nivel socioeconómico de cada hogar y se observo que el mayor número de observaciones de la encuesta se encontraban en el estrato 3 que fueron 709 hogares lo cual representa el 37%, seguido del estrato 2 con 452 observaciones representando así un 24%, muy cerca se encuentra el estrato 4 que tiene 437 observaciones con un 23% de representatividad, seguido del estrato 6 con 130 observaciones y con un 7%, enseguida se encuentra el estrato 5 que tiene 102 observaciones para una representatividad del 5% y por último el estrato 1 con solo 73 observaciones de las 1903 dejándola solamente con el 4%. Gracias a esto se puede decir que la encuesta tiene una representatividad mayor en el estrato medio.

Valor de las viviendas:

**Grafica 9. Valores de las viviendas**



Fuente: El autor

Para el valor de la vivienda se tomo en ciertos rangos para poder explicar mejor su variabilidad teniendo así la mayoría de observaciones en un rango de 41'000.000 a 80'000.000 de pesos con 580 observaciones, seguido del rango de 2'000.000 a 40'000.000 de pesos con 437 observaciones, después se observa el rango de 82'000.000 a 120'000.000 de pesos con 324 hogares, otro rango es el de 121'000.000 a 160'000.000 de pesos con 188 observaciones, también se puede ver otro rango de 162'000.000 a 200'000.000 de pesos con 119 observaciones, entre los últimos se encuentra el rango de 202'000.000 a 240'000.000 de pesos para unos 64 hogares, dejando 119 hogares en un rango muy variado que son desde 240'000.000 a 950'000.000.

Tipo de vivienda:

**Grafica 10. Tipos de vivienda**

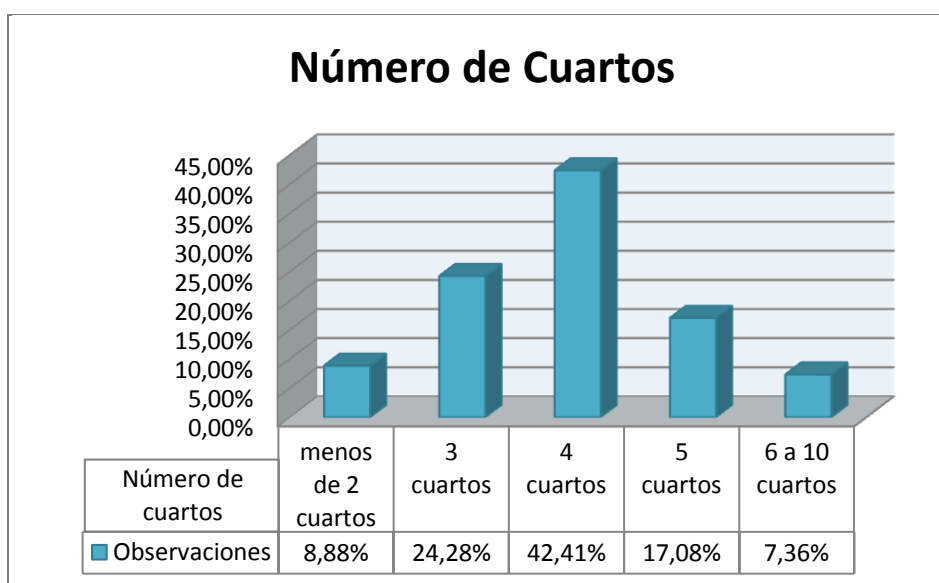


Fuente: El autor

Se encontró que del total de las viviendas el menor porcentaje es de 36% con un valor de 690 son casas y 1213 con el mayor porcentaje de 64% son apartamentos.

Número de cuartos:

**Grafica 11. Número de cuartos**



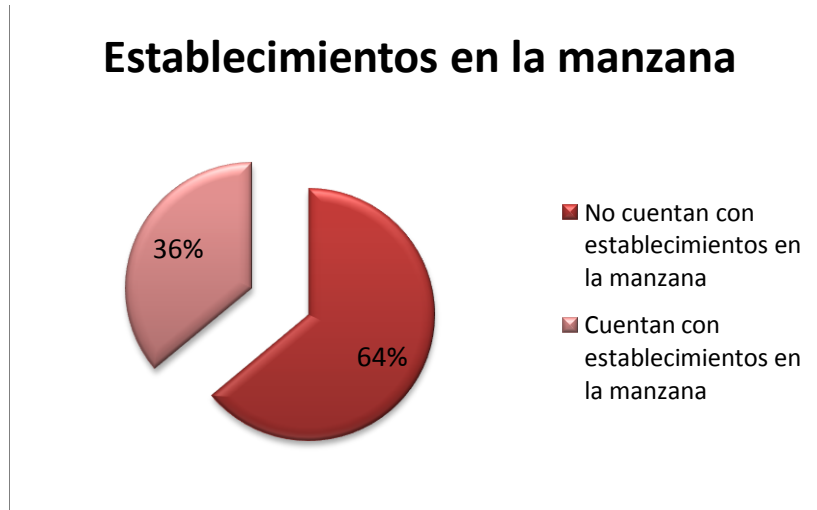
Fuente: El autor

En la variable de número de cuartos se observó que el mayor valor de 807 viviendas de la encuesta tienen 4 cuartos, después se encuentran 462 viviendas con 3 cuartos y 325 con 5 cuartos, se puede observar que posee una distribución modal y las

viviendas con 2 cuartos o 1 solo cuarto solo son 169 de todas las 1903 observaciones, dejando de ultimo a las viviendas con 6 o más cuartos las cuales se encontraron 140.

Establecimientos en la manzana:

**Grafica 12. Establecimientos en la Manzana**

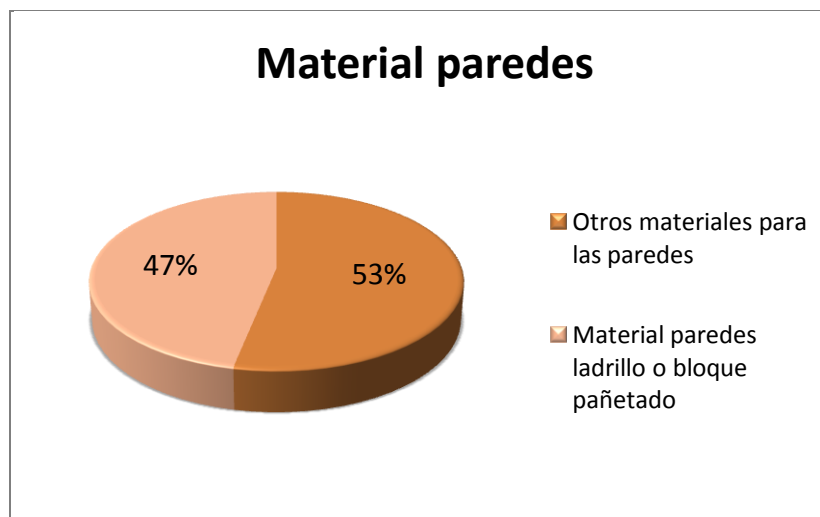


Fuente: El autor

En esta variable se puede observar que el mayor número de viviendas cuentan con establecimientos en la manzana los cuales están dedicados a la industria, comercio o servicios con un valor de 1217 viviendas que representan el 64% y el restante, es decir las otras 686 viviendas, no cuentan con algún tipo de establecimiento.

Material paredes:

**Grafica 13. Material paredes**

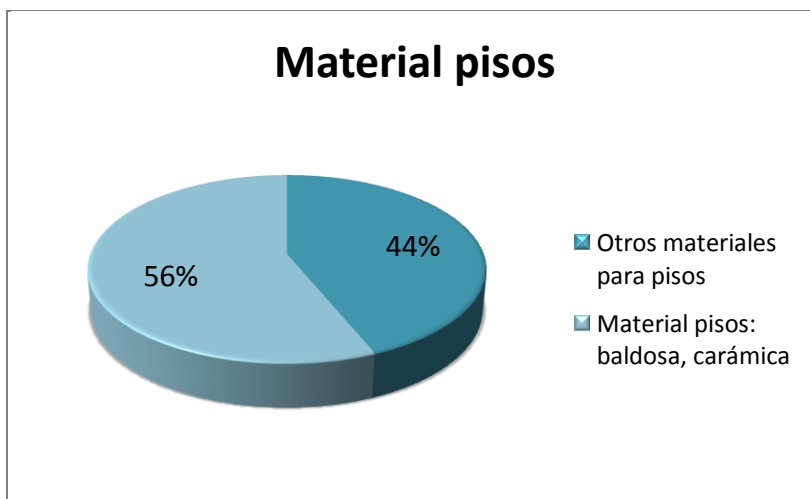


Fuente: El autor

Se puede observar en los registros que el material predominante para las paredes es de ladrillo o bloque pañetado con 890 observaciones representando el 47% de estos, el restante, es decir el 53% poseen unos materiales diferentes.

Material pisos:

**Grafica 14. Material pisos**

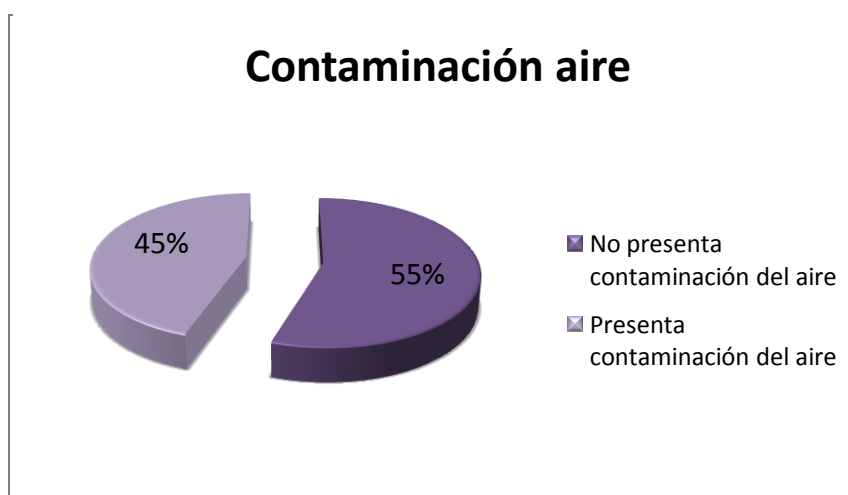


Fuente: El autor

En la variable de material de pisos se observa que el mayor porcentaje que es del 56% con 1070 viviendas tienen de material de pisos baldosa y/o cerámica, mientras que el 44% restante son de diferentes materiales.

Contaminación en el aire:

**Grafica 15. Contaminación en el aire**



Fuente: El autor

Esta variable depende de la percepción de cada una de las personas a la cual fue aplicada la encuesta, dando unos resultados de que el 45% de las viviendas unas 852 presentan contaminación atmosférica mientras que el otro 55% de las viviendas dicen que no presentan este problema.

Contaminación por residuos sólidos:

**Grafica 16. Contaminación por residuos sólidos**

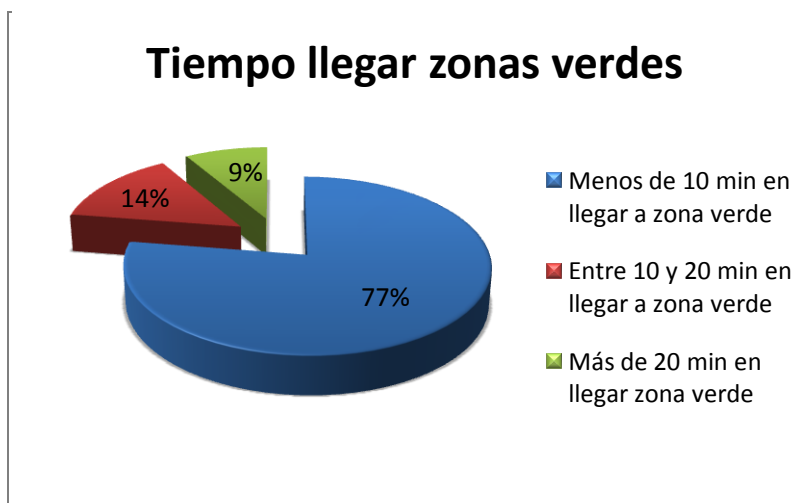


Fuente: El autor

Al igual que la variable anterior esta variable depende de la percepción de cada una de las personas dando así que el 66%, es decir 1261 viviendas, no presentan contaminación por los residuos sólidos y el 34% restante dicen que si presentan este problema.

Tiempo en llegar a las zonas verdes:

**Grafica 17. Tiempo en llegar a las zonas verdes**

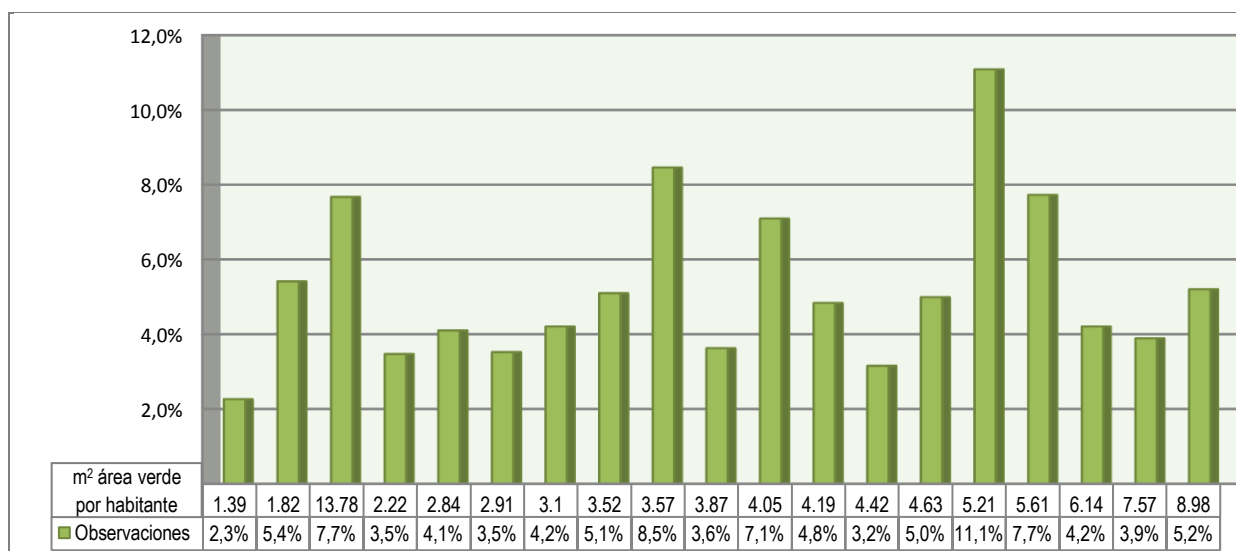


Fuente: El autor

Se puede observar que del total de las 1903 observaciones la mayoría de estas, un 77% se encuentran a menos de 10 minutos caminando de una zona verde es decir 1474 hogares, dejando así a 267 hogares en un intervalo de 10 a 20 minutos para llegar a la zona verde más cercana y por último se observan 162 hogares es decir el 9% que se encuentran a más de 20 minutos caminando en llegar a una zona verde. Esta es una de las variables más importantes para el presente proyecto.

Metros cuadrados de área verde urbana por habitante:

**Grafica 18. m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante**



Fuente: El autor

Esta variable se obtuvo del IDR y se repartió para cada una de las 1903 viviendas según su localidad dejando así una distribución multimodal con 211 viviendas las cuales se encuentran con una disponibilidad de 5,21 m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante, lo cual es el grupo más alto y dejando el menor número de viviendas 43, con una disponibilidad de 1,39 m<sup>2</sup> de área verde urbana por habitante.

## 7.5 Cálculos de la variación de precios y análisis de resultados

Una función de precios hedónicos es una ecuación en la cual se refleja las influencias de la oferta y demanda encontradas en el mercado de la vivienda. Por esta razón la forma más apropiada de la función hedónica no puede ser especificada directamente desde las funciones teóricas (Penagos, 2005).

Una forma para observar las funciones impuestas en la teoría es utilizar formas funcionales flexibles. Como ya se había indicado anteriormente las formas funcionales más utilizadas en la literatura son las formas lineales, cuadráticas, doble logarítmicas, la transformación Box -Cox, Log-lineal, Semi-logarítmicas. Se debe tener en cuenta,

desde el punto de vista teórico, que la única restricción existente es que la característica ambiental deseable sea positiva y la no deseable sea negativa (Mendieta, 2005).

Los modelos de regresión permiten evaluar la relación entre una variable dependiente como en este caso es el valor de las viviendas con respecto a otras variables en conjunto llamadas independientes como son las variables estructurales, características del entorno y atributos ambientales. Se pueden definir dos tipos de modelos de regresión (Moral, 2006):

- Los que buscan evaluar cómo afecta el cambio en unas características determinadas, variables independientes, sobre otra característica en concreto, variable dependiente, este es un modelo con fines explicativos.
- También podría ser intentar estimar o aproximar el valor de una característica (variable dependiente) en función de los valores que pueden tomar en conjunto otra serie de características (variables independientes), denominado entonces modelo con fines predictivos.

Este proyecto busca evaluar el cambio de unas características independientes, sobre la variable dependiente que para este caso es el valor de la vivienda.

Los modelos de regresión más utilizados por su facilidad de aplicación e interpretación son los modelos de regresión lineal y el modelo de regresión logística, teniendo en cuenta el tipo de variable que se desea estimar (Moral, 2006).

Para el presente proyecto se utilizó una forma funcional Log-lineal o también conocida como regresión logística ya que permite determinar la influencia porcentual en el valor de las viviendas teniendo en cuenta las otras variables independientes.

Los modelos de regresión logística y regresión lineal no son aplicables a todo tipo de variable, por ejemplo la regresión lineal no se puede aplicar cuando la variable que se busca es categórica, dado que al estimar el modelo de regresión no se toman en consideración los valores reales dejando de lado otros valores posibles. En situaciones como esta resulta más conveniente utilizar el modelo de regresión logística. Ambos modelos de regresión se construyen aplicando modelos matemáticos similares, cuando se aplica un modelo de regresión logística, en vez de construir un modelo de regresión para estimar los valores reales de la variable dependiente, se construye una función basada en el cálculo de la probabilidad de que la variable de interés adopte el

valor del evento previamente definido, como son las variables categóricas, utilizando el logaritmo natural de la variable dependiente en este caso el valor de la vivienda (Moral, 2006):

$$lvalor2012 = \ln(\text{valor compra de la vivienda 2012})$$

De esta manera la nueva variable dependiente construida que se quiere estimar puede tomar cualquier valor, es decir no se encuentra restringida a un rango de valores y por ende se puede recurrir a los métodos de estimación de los modelos de regresión tradicionales para construir el modelo de regresión logística (Moral, 2006).

Lo que se realiza con el modelo de regresión logística es estimar un modelo de regresión que en lugar de realizar estimaciones para la variable dependiente real, las realizará sobre la función de probabilidad asociada a ella, como la que se mostró anteriormente que es *lvalor2012*, de esta manera se aplica el modelo de regresión lineal con la diferencia de que en la interpretación de resultados es diferente (Moral, 2006).

En el momento en que se quiera entender en qué consiste un modelo de regresión y también como interpretar correctamente los resultados se debe relacionar dos conceptos: el coeficiente de correlación y el análisis de la varianza de la regresión. En los cuales se puede decir que existe una relación, de tal forma que el cuadrado del coeficiente, multiplicado por 100 se interpreta como el porcentaje de la varianza de la variable dependiente que se busca explicar con el modelo de regresión (Moral, 2006).

### **7.5.1 Selección de variables del modelo**

Lo que se busca es encontrar las variables más indicadas para introducir en el modelo, para poder explicar este mismo, para esto existen diversas técnicas de selección (Moral, 2006):

- Técnica de pasos hacia adelante (Forward): consiste en ir introduciendo las variables en el modelo únicamente si cumplen una serie de condiciones hasta que no se pueda introducir ninguna más, hasta que ninguna cumpla la condición impuesta.
- Técnica de pasos hacia atrás (Backward): consiste en introducir en el modelo todas las variables y se van suprimiendo si cumplen una serie de condiciones definidas a priori hasta que no se pueden eliminar más, es decir ninguna variable cumpla la condición impuesta

- Técnica por pasos (Stepwise): combina los dos métodos anteriores, adelante y atrás introduciendo o eliminando variables del modelo si cumplen una serie de condiciones definidas a priori hasta que ninguna variable satisfaga ninguna de las condiciones expuestas de entrada o salida del modelo
- Técnica de introducir todas las variables obligatoriamente (Enter): Esta última técnica de selección de variables para construir el modelo de regresión, produce que el proceso de selección de las variables sea manual, partiendo de un modelo inicial, en el que se obliga a que entren todas las variables seleccionadas, se va evaluando qué variable es la que menos participa en él y se elimina, volviendo a construir un nuevo modelo de regresión aplicando la misma técnica, pero excluyendo la variable seleccionada y aplicando el mismo proceso de selección. Este proceso se repite reiteradamente hasta que se considere que el modelo obtenido es el que mejor se ajusta a las condiciones impuestas y que no se puede eliminar ninguna variable más de las que los componen (Moral, 2006).

Gracias a lo anterior lo que se realizó en el presente proyecto fue una combinación de varias técnicas enfocadas principalmente a la de introducir todas las variables obligatoriamente. Se decidieron eliminar el número de variables a utilizar debido a diferentes razones, una de estas fue que el software STATA 10.1, utilizado para la elaboración del modelo, no trabajaba con una cantidad extensa de variables. Otra razón por la cual se eliminaron más variables es que al realizar el modelo utilizando la técnica por pasos (Stepwise), se pudo observar que algunas variables presentaban problemas de multicolinealidad como por ejemplo en los atributos ambientales, en la variable de tiempo mayor a 20 minutos caminando para llegar a un área verde en la cual existía este problema, debido a que se encontraba unida a las otras variables de tiempo, entonces si los otros tiempos no tenían valor esta variable sí tendría valor por esta razón se decidió eliminar esta variable, otra variable la cual poseía este problema de multicolinealidad es la de apartamento, ya que en la variable casa, se toma un valor si el inmueble es una casa y tomaba valor de cero cuando no lo era, entonces la que tomaba valor era la variable apartamento, estas variables buscaban explicar lo mismo por eso se decidió solo dejar una. También se observaba la multicolinealidad en la variable de ascensor la cual tomaba valor cuando el número de pisos aumentaba. Además se descartaron diversas variables estructurales las cuales definían el tipo de material de construcción.

Para la determinación completa de las variables a incluir en el modelo de regresión logística se tomaron los atributos ambientales como variables fijas, a su vez se incluían diferentes variables estructurales y características del entorno que se encontraron en la revisión bibliográfica las cuales podrían influir en el valor de la vivienda, también se realizó la prueba de hipótesis para cada una de estas, la cual se realiza analizando el estadístico  $t$  y el nivel de confianza, que fue establecido en un 85% ya que podrían hacer falta más variables para poder explicar el valor de la vivienda que no se encuentren incluidas en la EMB y de esta manera no incurrir en error por dejar un nivel de confianza más alto. Este proceso se realizó reiteradamente hasta que el modelo obtenido se consideró que era el más ajustado a las condiciones de este proyecto. Dejando así las siguientes variables:

- $m^2$  de área verde urbana por habitante
- Menos de 10 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes
- Entre 10 y 20 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes
- Estrato
- Número de cuartos
- Tipo de vivienda (casa o apartamento)
- Número de pisos
- Presencia de contaminación por residuos sólidos
- Presencia de contaminación aire
- La presencia de establecimientos dedicados a la industria, comercio o servicios
- Material paredes: ladrillo o bloque pañetado
- Material pisos: baldosa, cerámica

### **7.5.2 Resultados**

La variable dependiente utilizada para el modelo de regresión logística fue *Ivalor2012* ya que esta demuestra el comportamiento del mercado de la vivienda. Esta variable se colocó en función de las variables independientes nombradas anteriormente.

También se plantean las pruebas de hipótesis de las cuales existen dos una llamada hipótesis nula ( $H_0$ ) la cual se considera que es verdadera y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) que es cuando no se cumple la  $H_0$ . Para realizar estas pruebas de hipótesis, las cuales son pruebas probabilísticas, se tiene en cuenta el estadístico  $t$  y el nivel de confianza establecido anteriormente que es de 85%, dejando así un grado de aceptación de 0 a

0,15 para que se pueda aceptar la hipótesis  $H_0$  el estadístico  $t$  debe encontrarse en este rango de aceptación, de lo contrario se rechazara la  $H_0$  y se aceptara  $H_a$ , esto se realizó para la hipótesis general que se verifico con el estadístico F y también se realizaron pruebas de hipótesis para cada una de las variables verificadas con el estadístico  $t$  (Carreño, 2006). A continuación se presentara el comando utilizado para el modelo de regresión logística y la salida del programa utilizado STATA 10.1 para la elaboración del modelo:

Grafica 19. Salida de STATA 10.1 modelo regresión logística

```

. reg lvalor2012 m2reaverdeporhabitante menos10minllegarzonasverdes entre10y20
> minllegarzonasverdes estrato rmerodecuartos casa rmerodepisos contaminacirres
> iduosolidos contaminacinaire establecimientosenlamanzana materialparedesladr
> illoobloquepa materialpisosbaldosacermica, level(85)

```

Source	SS	df	MS			
Model	882.825809	12	73.5688174	Number of obs =	1903	
Residual	613.652628	1890	.32468393	F( 12, 1890) =	226.59	
Total	1496.47844	1902	.786792028	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.5899	
				Adj R-squared =	0.5873	
				Root MSE =	.56981	

lvalor2012	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[85% Conf. Interval]	
m2reaverde-e	.0104076	.0046658	2.23	0.026	.0036884	.0171268
menos10min-s	.0988589	.0485382	2.04	0.042	.0289582	.1687597
entre10y20-s	.1021434	.0574069	1.78	0.075	.0194708	.1848161
estrato	.5166119	.0145421	35.53	0.000	.4956696	.5375542
rmerodecua-s	.1252627	.0119773	10.46	0.000	.108014	.1425114
casa	.0654729	.033006	1.98	0.047	.0179404	.1130054
rmerodepisos	.0171666	.0040472	4.24	0.000	.0113382	.0229951
contaminac-s	-.0477918	.0310072	-1.54	0.123	-.0924459	-.0031378
contaminac-e	-.036077	.0285829	-1.26	0.207	-.0772398	.0050858
establici-na	.0429422	.0278209	1.54	0.123	.0028769	.0830076
materia-uepa	.0576751	.0267976	2.15	0.032	.0190835	.0962668
materialp-ca	.0300628	.0284333	1.06	0.291	-.0108845	.07101
_cons	15.76004	.0810343	194.49	0.000	15.64334	15.87674

Fuente: El autor

Al observa la salida de STATA 10.1 el  $R^2$  que posee un valor de 0,5899 y el  $R^2$  ajustado que posee otro valor de 0,5873 indicando que más del 58% de las observaciones contenidas en la EMB se encuentran en línea de regresión y se aproximan a 1, por ende el conjunto de variables independientes seleccionadas aporta una buena información sobre el comportamiento del valor de las viviendas, es decir que se presenta una buena bondad de ajuste a la realidad.

También se observa el estadístico F que contiene los grados de libertad, que son el número de variables, estas fueron 12, también tiene el número de observaciones que fue de 1.890 el cual arrojó un resultado de 226,59, con un estadístico F de 0,0000 lo que indica que las variables independientes utilizadas en esta regresión explican la

variable dependiente que es el valor de la vivienda. Gracias a esto se puede realizar una prueba para una hipótesis general la cual dice:

$H_0$ : Las variables escogidas para este modelo como lo son las variables estructurales, las características del entorno y los atributos ambientales, determinan el valor de la vivienda, y poseen una influencia ya sea positiva o negativa en este valor.

$H_a$ : Las variables escogidas para este modelo como lo son las variables estructurales, las características del entorno y los atributos ambientales, no influyen en la determinación del valor de la vivienda.

Teniendo en cuenta que el nivel de confianza que es de un 85%, el cual deja un valor tope de 0,15, se observa que el estadístico F que es de 0,0000 se encuentra en el rango de aceptación, por esta razón se acepta la hipótesis nula.

Observando los resultados obtenidos en el modelo de regresión logística se puede construir la función hedónica del valor de la vivienda con las 12 variables utilizadas.

$$lvalor2012 = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 \dots + \beta_{11}x_{11} + \beta_{12}x_{12}$$

$$\begin{aligned} lvalor2012 = & 15,76004 + 0,0104(m^2\text{área verde urbana por habitante}) \\ & + 0,0988(menos10min) + 0,1021(entre10y20) + 0,5166(estrato) \\ & + 0,1252(númerocuartos) + 0,0654(casa) + 0,0171(númeropisos) \\ & - 0,0477(contaminaciónaire) \\ & - 0,0360(contaminaciónresiduossolidos) \\ & + 0,0429(establecimientosmanzana) + 0,0576(materialparedes) \\ & + 0,0300(materialpisos) \end{aligned}$$

### 7.5.3 Análisis variables

Como ya se había mencionado anteriormente existen diferentes variables incluidas en el modelo las cuales se explicaran a continuación:

#### 1. Variables estructurales:

- Número de cuartos: La DAP de los bogotanos en promedio por un cuarto adicional es de 12,52% del valor de la vivienda.

Además se realiza la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico t el cual es de 0,000. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : El número de cuartos influye para determinar el valor de la vivienda y por cada cuarto adicional influye en una forma positiva al valor de esta.

$H_a$ : El número de cuartos no posee influencia para determinar el valor de la vivienda y por cada cuarto adicional influye en una forma positiva al valor de esta.

Para esta variable se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto considerable en el comportamiento del valor de la vivienda.

- Tipo de vivienda (casa o apartamento): Se aprecia que en la variable casa se observa que el valor de la vivienda varía en un 6,54% por ser una casa en vez de ser apartamento.

Se realizó la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico t el cual es de 0,047. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : La variable de casa influye para determinar el valor de la vivienda y por ser una casa en lugar de apartamento influye de manera positiva.

$H_a$ : La variable de casa no influye para determinar el valor de la vivienda y por ser una casa en lugar de apartamento influye de manera positiva.

Para esta variable se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto considerable en el comportamiento del valor de la vivienda.

- Número de pisos: La DAP de los bogotanos en promedio por un piso adicional es de 1,71% del valor de la vivienda.

Se realiza la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico t el cual posee un valor de 0,000. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : El número de pisos influye para determinar el valor de la vivienda y por cada piso adicional influye en una forma positiva al valor de esta.

$H_a$ : El número de pisos no posee influencia para determinar el valor de la vivienda y por cada piso adicional influye en una forma positiva al valor de esta.

Para esta variable se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto considerable en el comportamiento del valor de la vivienda.

- Material paredes: ladrillo o bloque pañetado: En esta variable se observa que el valor de la vivienda varía en un 5,76% al poseer este tipo de material para las paredes.

Se realizó la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico t el cual es de 0,032. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : La variable de material de paredes influye en la determinación del valor de la vivienda y por ser este tipo de material influye de manera positiva.

$H_a$ : La variable de material de paredes no influye en la determinación del valor de la vivienda y por ser este tipo de material se comportaría de manera positiva.

Para esta variable se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto considerable en el comportamiento del valor de la vivienda, aunque el valor del estadístico t se acerque un poco al nivel tope establecido anteriormente de 0,15.

- Material pisos: baldosa, cerámica: En esta variable se observa que el valor de la vivienda varía en un 3,00% al poseer este tipo de material para los pisos.

Se realizó la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico t el cual es de 0,291. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : La variable de material de pisos influye en la determinación del valor de la vivienda y por ser este tipo de material influye de manera positiva.

$H_a$ : La variable de material de pisos no posee influencia en la determinación del valor de la vivienda y por ser este tipo de material se comportaría de manera positiva.

Para esta variable se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, se puede observar que esta realmente no posee un efecto considerable en el comportamiento del valor de la vivienda, ya que el valor del estadístico t de 0,291 sobre pasa el valor establecido de 0,15.

## 2. Características del entorno:

- La presencia o ausencia de establecimientos dedicados a la industria, comercio o servicios: La variable de establecimientos en la manzana muestra que la DAP

de los bogotanos en promedio por poseer un establecimiento en la manzana es de 4,29% del valor de la vivienda.

Se realiza la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico  $t$  el cual posee un valor de 0,123. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : La presencia de establecimientos en la manzana influye para determinar el valor de la vivienda y si existen se comportara en una forma positiva.

$H_a$ : La presencia de establecimientos en la manzana no influye para determinar el valor de la vivienda y si existen se comportara en una forma positiva.

Para esta variable se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto en el comportamiento del valor de la vivienda, aunque el valor del estadístico  $t$  se acerque al nivel tope establecido de 0,15.

- Estrato: La DAP de los bogotanos en promedio es de un 51,66% del valor de la vivienda por buscar estar en un nivel mayor de estrato.

También se realiza la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico  $t$  el cual es de 0,000, teniendo como tope el valor de 0,15 para todas las variables.

Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : La variable estrato influye para determinar el valor de la vivienda e influye en una forma positiva.

$H_a$ : La variable estrato no posee influencia para la determinación del valor de la vivienda y esta influencia es positiva.

Para esta variable se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto considerable en el comportamiento del valor de la vivienda.

### 3. Atributos ambientales:

- Presencia de contaminación del aire: Esta variable muestra que al momento de existir contaminación del aire el valor de la vivienda varía en 3,60% en una forma negativa.

En esta también se realiza la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico  $t$  el cual para este posee un valor de 0,207. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : La presencia de contaminación en el aire influirá en la determinación del valor de la vivienda y esta presencia se comportara en una forma negativa.

$H_a$ : La presencia de contaminación en el aire influirá en la determinación del valor de la vivienda y esta presencia se comportara en una forma negativa.

Para esta variable se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, además se puede observar que esta realmente no posee un efecto considerable en el comportamiento del valor de la vivienda, ya que el valor del estadístico t de 0,207 sobre pasa el valor establecido de 0,15.

- Presencia de contaminación por residuos sólidos: Esta variable muestra que al momento de existir contaminación por residuos sólidos el valor de la vivienda varía en 4,77% en una forma negativa.

En esta también se realiza la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico t el cual para este posee un valor de 0,123. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : La presencia de contaminación por residuos sólidos influirá en la determinación del valor de la vivienda y esta presencia se comportara en una forma negativa.

$H_a$ : La presencia de contaminación por residuos sólidos no tendrá influencia en la determinación del valor de la vivienda y esta presencia se comportara en una forma negativa.

Para esta variable se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto en el comportamiento del valor de la vivienda, aunque este valor estadístico t se acerque al nivel tope establecido de 0,15.

- Menos de 10 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes: Esta variable muestra que al momento de que la vivienda se encuentre a menos de 10 minutos caminando a un área verde urbana el valor de la vivienda variara en 9,88% en una forma positiva.

Se realizo la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico t el cual para esta variable es de 0,042%. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : Al momento de que la vivienda se encuentre a menos de 10 minutos caminando a un área verde urbana, esto influirá en el valor de la vivienda.

$H_a$ : Al momento de que la vivienda se encuentre a menos de 10 minutos caminando a un área verde urbana, esto no tendrá efecto sobre el valor de la vivienda.

Se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto en el comportamiento del valor de la vivienda, aunque este valor estadístico  $t$  no sea completamente 0 como en algunos casos anteriores.

- Entre 10 y 20 minutos que se gastan los miembros del hogar para llegar a parques o zonas verdes: Esta variable muestra que al momento de que la vivienda se encuentre en un intervalo de entre 10 a 20 minutos caminando a un área verde urbana el valor de la vivienda variara en 10,21% en una forma positiva.

Se realizo la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico  $t$  el cual para esta variable es de 0,075%. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : Al momento de que la vivienda se encuentre en un intervalo entre 10 y 20 minutos caminando a un área verde urbana influirá en el valor de la vivienda.

$H_a$ : Al momento de que la vivienda se encuentre en un intervalo entre 10 y 20 minutos caminando a un área verde urbana no influirá en el valor de la vivienda.

Se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto en el comportamiento del valor de la vivienda, aunque este valor estadístico  $t$  sea de 0,075 en vez de ser 0.

- $m^2$  de área verde urbana por habitante: En esta variable se puede observar de que la DAP de los bogotanos es del 1,04% del valor de la vivienda por el aumento de un  $m^2$  de área verde urbana por habitante.

En esta también se realizo la prueba de hipótesis teniendo en cuenta el estadístico  $t$  el cual para esta variable es de 0,026%. Las hipótesis para esta variable son:

$H_0$ : La cantidad de  $m^2$  de área verde urbana por habitante posee una influencia en el valor de la vivienda.

$H_a$ : La cantidad de  $m^2$  de área verde urbana por habitante no tiene una influencia en el valor de la vivienda.

Para esta variable se acepta la hipótesis nula y se observa que esta posee un efecto en el comportamiento del valor de la vivienda, aunque este valor estadístico  $t$  no sea completamente 0 como en algunos casos anteriores.

El modelo presentado corresponde a una forma funcional lineal debido a que se ajusta muy bien estadísticamente, además que los signos en los resultados son los esperados. Se puede aclarar que en un modelo de precios hedónicos una forma funcional preestablecida no existe, por ende los resultados empíricos dependen de la robustez y el ajuste del modelo.

Gracias a estos resultados se puede decir que se acepta la hipótesis planteada en el principio de este proyecto la cual nos dice:

La presencia y cercanía de áreas verdes urbanas a las viviendas, las cuales presten servicios ambientales, poseen una influencia en el valor de dichas viviendas y su comportamiento es positivo.

## **8. CONCLUSIONES**

En el presente trabajo se desarrolló un modelo de precios hedónicos el cual determinó que la presencia y cercanía de áreas verdes urbanas influye en la decisión de compra y a su vez valoriza las viviendas, también teniendo en cuenta diferentes características estructurales, del entorno y ambientales para dicha valoración.

Al momento de valorizar una vivienda por la presencia y cercanía de áreas verdes urbanas se reconoce que esto a los bogotanos les produce un nivel de utilidad que hace que estén dispuestos a pagar por estas características. Los resultados de este trabajo dicen que los bogotanos están dispuestos a pagar por un aumento en  $1 m^2$  de área verde urbana por habitante el 1,09% más del valor de sus viviendas, también se demostró el precio de las viviendas varían en un 9,95% por que los habitantes de esa vivienda se encuentren a menos de 10 minutos caminando de un área verde, a su vez otro resultado es que el valor de la vivienda también varia en un 10,4% por que los habitantes de esa vivienda se encuentren en un intervalo de entre 10 a 20 minutos caminando para llegar a un área verde urbana.

La diferencia entre los valores de la variación del precio de las viviendas en cuanto a la distancia que los bogotanos caminan para llegar a un área verde urbana se deben a un supuesto el cual surgió en el transcurso del desarrollo del proyecto que dice no es lo mismo estar viviendo al lado de un área verde urbana ya que si bien trae beneficios también trae posibles desventajas como sería aumento en la inseguridad o posiblemente un aumento en la cantidad de vectores en el hogar por la presencia del área verde urbana, entre otras posibles desventajas, por esto la valorización de una vivienda la cual no se encuentre al lado, pero cerca, de un área verde urbana resulta siendo un poco mayor.

En el momento en que se observan los resultados se puede concluir que la presencia y cercanía de áreas verdes urbanas se convierten en un beneficio positivo para el valor de las viviendas. Por ende la información obtenida en este proyecto se puede utilizar en el buen planteamiento de políticas para el fortalecimiento, conservación y aumento de las áreas verdes urbanas, por parte del distrito o de la comunidad en general y de esta manera mejorar las condiciones económicas de la ciudad, en el mercado de finca raíz y las calidad de vida de los habitantes.

Este documento sirve como un documento de respaldo para el apoyo de proyectos de inversión en la ciudad de Bogotá como es el proyecto de parques para la revitalización del centro ampliado, formulado por el IDRD, el cual busca construir dotar y/o adecuar 841 parques, y este proyecto se puede utilizar en el momento de hacer la valorización de las viviendas que se vean beneficiadas con estos parques.

## **9. RECOMENDACIONES**

Para un adecuado desarrollo de la metodología de precios hedónicos se recomienda utilizar los valores de las transacciones efectivamente hechas de la compra de las viviendas, ya que en este ejercicio se utilizaron valores declarados por las personas encuestadas por el DANE, para que los resultados sean más precisos.

En próximos estudios es recomendable conseguir una base de datos con información más completa en cuanto a características de la vivienda como podría ser el área del inmueble y también de características ambientales como podría ser el área de la zona verde más cercana, la distancia en metros del área verde urbana más cercana, para que de esta manera se pueda especificar mejor la variación de los precios con estas características, además buscar más variables que expliquen mejor el nivel de ingresos de la vivienda debido a que en este proyecto solo se tomó la variable estrato como la que explica ese nivel.

Para la realización de modelos econométricos para futuros proyectos semejantes a este, utilizar las variables ambientales, que según los objetivos sean las más importantes, como variables fijas en dicho modelo y luego con las otras variables, alternarlas para que de esta manera se pueda encontrar un resultado coherente.

Al momento de realizar el modelo econométrico se recomienda utilizar la variable de estrato socioeconómico como una variable dicotómica debido a que el cambio de un estrato a otro no es lineal y se incurriría en un error al tomarlo de forma categórica, en este proyecto se decidió tomar la variable estrato como una variable categórica ya que al realizar el modelo econométrico con la variable estrato de forma dicotómica tomaba mucha importancia dejando a un lado a las variables ambientales las cuales son el objetivo principal del proyecto, por esta razón se decidió dejar el estrato de forma categórica.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, (2012). Bogotá una metrópoli Lationoamericana. internet: <<http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/php/01.270701.html>>.
- AZQUETA OYARZUN Diego, (1996). Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill. Madrid. España.
- CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ, (2010). Observatorio del Espacio Público de Bogotá. Internet: <[http://www.ccb.org.co/documentos/4486\\_observatorio\\_del\\_espacio\\_publico\\_de\\_bogota\\_no.\\_1.pdf](http://www.ccb.org.co/documentos/4486_observatorio_del_espacio_publico_de_bogota_no._1.pdf)>
- CARREÑO SERRA Ágata. Pruebas de contraste de hipótesis. Estimación puntual y por intervalos. Enero 2006. p. 134-136.
- CARTER JANE E, The potential of urban forestry in developing countries: a concept paper, Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Environmental Division. 1993.
- COLOMBIA. ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, (2000). Decreto 619 del 2000. Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial para Santa Fe de Bogotá, Distrito Capital. Internet: <<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3769>>
- COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLÓ SOSTENIBLE. Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales. Diciembre 2003. p. 22-27.
- CUAN, (2001). Asociación de Copropietarios del Centro Urbano Antonio Nariño. Internet: <<http://www.asocuan.org/PDF/marco%20teorica.pdf>>.

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADISTICA, (2011). Encuesta Multipropósito para Bogotá Distrito Capital. Internet: <<http://190.25.231.249/pad/index.php/catalog/160>>.
- DOMINGUEZ LÓPEZ Sonia. Diagnostico de las condiciones sociales, económicas, y culturales de la localidad de: Teusaquillo. Octubre 2009. p. 6-8
- FREEMAN Rick, (1993). The measurement of environmental and resource values: Theory and methods. Washington DC.
- GUERRIEN Bernard. La microeconomía. Paris. 1998.
- INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACIÓN Y DEPORTE, IDR. Bogotá, Colombia. Agosto 2012.
- INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACIÓN Y DEPORTE, IDR. Plan de desarrollo Bogotá Humana. Parques para la revitalización del centro ampliado. Bogotá, Colombia. Julio 2012.
- MARDONES Cristian. Impacto de la percepción de la calidad d aire sobre el precio de las viviendas en Concepción-Talcahuano, Chile. cuadernos de economía universidad de Chile. Noviembre del 2006. vol. 43 P. 1-30.
- MARTÍNEZ AÑAZCO Claudio Enrique, (2004). Valoración Económica de áreas Verdes Urbanas de Uso Público en la Comuna de la Reina.
- MELO MARTÍNEZ Carlos Eduardo, MELO MARTÍNEZ Oscar Orlando. Estimación de precios hedónicos para propiedades residencial y comercial en la ciudad de Bogotá. 2003. vol. 8 P. 1-9.
- MENDIETA Juan Carlos, PERDOMO Jorge Andrés. (2007). Especificación y estimación de un modelo de precio hedónico espacial para evaluar el impacto de transmilenio sobre el valor de la propiedad en Bogotá. Universidad de los Andes. p. 1-44.
- MENDIETA Juan Carlos, (2005). Manual de valoración económica de bienes no mercadeables. Universidad de los Andes.
- METROCUADRADO. Bogotá, Colombia. Agosto 2012.
- METROCUADRADO, (2005). Distribución Estratos Bogotá. Internet: <[http://contenido.metrocuadrado.com/contenidom2/ciudyprec\\_m2/inforbog\\_m2/informacingeneralbogot/ARTICULO-WEB-PL\\_DET\\_NOT\\_REDIM2-3079212.html](http://contenido.metrocuadrado.com/contenidom2/ciudyprec_m2/inforbog_m2/informacingeneralbogot/ARTICULO-WEB-PL_DET_NOT_REDIM2-3079212.html)>
- MÉXICO. SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE. El portal de áreas verdes urbanas de la secretaria del medio ambiente. Internet: <<http://www.sma.df.gob.mx/avu/>>

- MORAL PELÁEZ Irene. Modelos de regresión: lineal simple y regresión logística. Enero 2006. p 200-204
- MORALES ZURITA Leonardo, (2005). La calidad de la vivienda a partir de enfoques hedónicos individuales y agregados especiales: un caso aplicado a la ciudad de Bogotá. Internet: <<http://es.scribd.com/doc/61575592/Precios-Hedonicos>>
- NACIONES UNIDAS, (1996). Segunda conferencia de las Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos. internet: <<http://www.un.org/spanish/conferences/habitat.htm#centro>>
- OBSERVATORIO AMBIENTAL DE BOGOTÁ, (2012). Zonas Verdes Efectivas Per Cápita. internet: <<http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?s=l&id=86#>>
- OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA, (2008). Sostenibilidad en el Medio Urbano. España. Internet: <[http://www.sostenibilidad-es.org/sites/default/files/1.1.4.\\_superficie\\_de\\_zonas\\_verdes\\_urbanas\\_por\\_habitante.pdf](http://www.sostenibilidad-es.org/sites/default/files/1.1.4._superficie_de_zonas_verdes_urbanas_por_habitante.pdf)>
- PEARCE David, TURNER Kerry, (1990). Economics of natural resources and the environment. New York and London: Harvester – Wheatsheaf. Internet: <<http://www.les1.man.ac.UK/ses/Courses/3252.pdf>>
- PENAGOS CONCHA Ángela María, ¿Están los bogotanos interesados en vivir cerca de un parque urbano?. Revista Sociedad y Economía, 2005, núm. 9, P. 81-104
- PEZZULLO John C, (1989). Logistic Regression. Internet: <<http://statpages.org/logistic.html>>
- REVOLLO FERNÁNDEZ Daniel Aalfredo. Calidad de la vivienda a partir de la metodología de precios hedónicos para la ciudad de Bogotá-Colombia. Revista digital universitaria. 10 de julio del 2009, vol. 10 P. 1-7.
- SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE. Bogotá, Colombia. Agosto 2012.
- SECRETARÍA DISTRITAL DE CULTURA, RECREACIÓN Y DEPORTE, (2012). Localidad de Teusaquillo. internet: <<http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/portal/node/135>>
- SEPÚLVEDA VARGAS Rubén Darío, (2008). Valoración económica del uso recreativo del parque Ronda del Sinú, En Montería, Colombia. Internet: <<http://www.udem.edu.co/NR/rdonlyres/0E10D46A-B843-4F7C-AA47-6616BFC3BF3E/0/20ValoracionEconomicaParqueRondaSinu.pdf>>
- SINDEN, WORREL Albert, (1979). Unpriced values: Decisions without market prices. New York: Wiley-Interscience.

- UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE CATASTRO DISTRITAL. Bogotá, Colombia. Agosto 2012.