

Centro de Investigación y Docencia Económica, A.C.



I Went to the Woods. La demanda recreativa de parques urbanos en la Zona Metropolitana del Valle de México

Tesina

Que para obtener el grado de

Maestro en Economía Ambiental

Presenta

Erick René Hernández Cervantes

Director de la Tesina

Dr. Adán Martínez Cruz

Aguascalientes, Ags., junio de 2019

Agradecimientos

En primer lugar, quisiera extender mi reconocimiento a los profesores del primer año de la maestría que ofrecieron cursos sobresalientes tomados en Santa Fe. Especialmente debo agradecer a Raciél Vásquez quien nos acompañó desde el propedéutico. También estoy muy en deuda con Sonia DiGiannatale que por fin hizo que sintiera pasión por la micro. Un afectuoso agradecimiento también dirijo a Antonio Jiménez que me enseñó todo lo que sé de teoría de juegos. En esta primera etapa de la maestría compartí momentos de alegría junto a mis amigos Carlos Cortés y Rubén Longoria, esta tesina en parte la escribí para agradecerles su compañía.

A mi llegada a Aguascalientes hubo momentos difíciles que se atemperaron gracias a las clases impartidas por Pedro Hancevic y a la guía atenta de Héctor Núñez. Le agradezco también al lector de la tesina Alfonso Miranda por sus comentarios que ayudaron a mejorar la calidad del trabajo. Aquí en el Bajío tuve la oportunidad de estudiar con algo de detalle el área de valoración ambiental con la ayuda de mi asesor Adán Martínez que siempre logró darnos ánimos para hacer cosas difíciles. Sin la ayuda de Adán no habría sido posible este trabajo. En esta segunda etapa me gustaría agradecer doblemente a mis amigos Joel Vázquez, Juan Pablo Londoño y Heber Oviedo.

Un reconocimiento especial al Dr. Christian Ambrosius que me dio la oportunidad de ser profesor adjunto de Desarrollo Económico y a la Dra. Lopa Chakraborti que me permitió ser laboratorista de Economía Pública

Quiero nombrar a mis amigos y que sirva de disculpa por el tiempo que no les he prestado: Mario, Daniel, Ivette, Rogelio, Alejandra, Pedro Luis y César Edgardo. Más le debo a mi familia: a mi tía Angelina, a mi abuela María, a mi prima Karina, a mi tío Juan y a mis primos Marcos y Raúl. Sin la ayuda de mi tío Salvador y mi tía Eva ni siquiera habría podido vivir cerca de la escuela y les estoy especialmente agradecido. Pero sobre todo le agradezco mucho a mi hermano Beto, a mi amá y a mi apá que me han tenido paciencia infinita. Que se sientan vivos en estas páginas. Dul gracias por apoyarme en todo, gracias por tu cariño.

Se la dedico a M&A.

Resumen

Los parques urbanos son espacios abiertos manejados con propósitos recreativos. La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es una región urbana que abarca 7.9 mil km² y cuenta con 20.8 millones de habitantes. Cada sábado se realizan un promedio de 2.7 millones de viajes con propósitos recreativos y entre semana más de 800 mil. La mayoría de los viajes toman menos de una hora, pero hay casos de viajes de 3 o más horas, además de los costos en tiempo las erogaciones de bolsillo también son considerables. Por estas razones es posible estimar la demanda recreativa de parques urbanos en la ZMVM mediante la metodología de costo de viaje. De acuerdo con una muestra representativa de 959 individuos residentes de la ZMVM se realizaron 3073 viajes recreativos a 10 parques urbanos invirtiéndose en promedio 73 minutos con un costo de viaje de \$127 que incluye estimaciones sobre el costo de oportunidad.

En la revisión de literatura se hace patente que todas las investigaciones de costo de viaje aplicadas a parques urbanos son del tipo sitio único y no captan las estructuras de sustitución entre alternativas. Por otra parte, las aplicaciones de múltiple sitio no han sido aplicadas al contexto de parques urbanos.

Haciendo uso de la metodología de costo de viaje y mediante una modelo múltiple sitio del tipo Kuhn Tucker se calcula el excedente del consumidor por visitar 10 parques recreativos de la ZMVM. Los resultados muestran parques de valoración alta (Chapultepec \$227 pesos de 2016 por visita y Aragón \$104), intermedia (Bicentenario \$73, Naucalli \$55, Xochimilco-Cuemanco \$53), y baja (Tlalpan \$25, Tláhuac \$14, Dinamos \$7, la Marquesa-Desierto de los Leones \$5, Cerro de la Estrella \$5), los resultados están en línea con estudios previos, pero se observan menores valoraciones para La Marquesa-Desierto de los Leones respecto de lo reportado en investigaciones previas.

El ejercicio puede resultar de interés para los tomadores de decisiones y elaboradores de política pública que necesitan justificar nuevas formas de financiamiento para los parques o determinar cuál es el mejor uso del suelo entre múltiples alternativas con una perspectiva basada en la eficiencia. Con ese propósito se simula una política de cobro por visita de \$15 pesos en el Bosque de Chapultepec y el Bosque de Aragón que genera afectaciones al bienestar de los habitantes por \$75. También se simula una política de cierre del parque Bicentenario dando como resultado una variación compensatoria de \$1200 millones de pesos.

Palabras clave: parques urbanos, demanda recreativa, valoración económica, costo de viaje, ZMVM

Clasificación JEL: Q26, Q51, D61

Índice general

1 Introducción	1
2 Revisión de literatura	6
2.1 El método de costo de viaje y los parques urbanos	6
2.2 El modelo de Kuhn Tucker y los parques urbanos	10
3 Datos.....	13
3.1 Los parques	13
3.1 Los visitantes	16
3.1 Las visitas.....	18
3.4 El costo de viaje	21
4 Estrategia empírica.....	25
4.1 Modelo de comportamiento	25
4.2 Especificación de las preferencias y estrategia de estimación	27
4.1 Algoritmo para estimaciones de bienestar	28
5 Resultados y discusión.....	30
5.1 Parámetros estimados.....	30
5.2 Análisis de bienestar	32
5.3 Excedente del consumidor	34
6 Conclusión	38
Bibliografía.....	41

Índice de mapas y cuadros

Mapas

1 Parques urbanos de la ZMVM.....	14
2 Visitas, lugar de origen, ingresos y escolaridad de visitantes	19

Cuadros

1 Estadísticas descriptivas de los parques urbanos.....	16
2 Estadísticas descriptivas de la población (N=959).....	18
3 Estadísticas descriptivas de las visitas a los parques durante el año 2016	21
4 Estadísticas descriptivas del costo de viaje	24
5 Parámetros del modelo Kuhn Tucker	32
6 Estimaciones de bienestar promedio por visitante	34
7 Estimaciones de bienestar promedio por parque	37

1 | Introducción

Los parques urbanos son una categoría de uso del suelo considerado espacio verde abierto y forman parte esencial del ecosistema urbano (Chiesura, 2004; Gómez-Baggethun & Barton, 2013; Dunnett, Swanwick & Wooley, 2002). Son manejados con propósitos recreativos y de esparcimiento. También originan otros servicios ambientales relacionados con el clima y la regulación del agua (Tempesta, 2015). En términos económicos destaca su rol en la constitución del precio de las propiedades circundantes (Brander & Koetse, 2011) y en el bienestar experimentado por los visitantes. Inclusive, los parques urbanos pueden conllevar algunos valores de existencia asociados a consideraciones históricas y culturales (Konijnendijk, 2013; Harnik & Welle, 2009).

Desde el punto de vista económico, el principal reto que enfrentan los parques urbanos reside en su naturaleza de bienes públicos (Fausold & Lilieholm, 1996). Al carecer de mecanismos de exclusión del uso y beneficio de sus servicios, los parques se enfrentan a situaciones de dilema del prisionero cuando un usuario puede obtener la utilidad de visitarlo sin necesidad de contribuir a su mantenimiento. Por otra parte, los parques exhiben un consumo no rival, aunque sujeto a la congestión. Es decir, hasta cierto grado la visita de un usuario no reduce la cantidad ni la calidad disponible para la visita de otro usuario, pero a partir de un umbral la congestión comienza a ocasionar una merma en la disponibilidad (Timmins & Murdock, 2007).

No es un hecho general, pero sí uno muy frecuente, el que los parques urbanos carezcan de precios de mercado (Tempesta, 2015). Sin esta información es difícil determinar cual es el valor que una sociedad le da a sus parques. Al carecer de estos datos es difícil determinar cuál es el mejor uso del suelo que se puede hacer en la ciudad, tanto para conservar un parque, como para abrir uno nuevo o para medir la compensación necesaria si la calidad de alguno disminuye.

Debido a estos problemas de falta de información y bienes públicos se requiere la intervención en el mercado y para ello los ejercicios de valoración ambiental tratan de encontrar una métrica aproximada al modelar la demanda por usos recreativos. Para inferir el valor de uso de los parques se dispone de las metodologías de costo de viaje, valoración contingente y experimentos de elección discreta. En la mayoría de los casos al valorar los parques urbanos se ha hecho uso de metodologías basadas en preferencias declaradas como son experimentos de elección discreta y valoración contingente (Vecchiato & Tempesta, 2013; Jim & Chen, 2006), no obstante, decidimos utilizar el costo de viaje por dos razones fundamentales: a) por las características del conjunto de elección que comprende varios parques con relaciones de sustitución, y b) por la gran variabilidad e importancia en el costo y el tiempo de viaje presentes en algunos contextos urbanos, especialmente en ciudades grandes. Mas aún, la poca familiaridad de los individuos a un uso regulado vía precios y las propuestas de disponibilidad a pagar del investigador pueden sesgar las estimaciones de los métodos con preferencias declaradas en estos casos (McFadden & Train, 2017).

En la base de costo de viaje se intuye que la valoración del uso de un parque puede inferirse a través de una serie de decisiones de las cuales el consumidor va dejando huella en mercados relacionados, pues para disfrutar del parque el consumidor tiene que trasladarse hasta el sitio (McConnell, 1985). Dado el comportamiento hipotético según el cual a mayores precios menores visitas y haciendo uso de la gran variabilidad en el costo enfrentado por los usuarios, la metodología de costo de viaje es capaz de deducir las funciones de demanda y con ello realizar análisis de bienestar.

Las aplicaciones en el contexto urbano de estas metodologías se vieron limitadas durante algún tiempo debido a la falta de precisión en la medición de distancias desde el hogar hasta el punto de destino, y sobre todo en sitios donde las decisiones de distancia y

tiempo de viaje no fuesen triviales (Hanauer & Reid, 2017). El avance tecnológico de los sistemas de información geográfica y el crecimiento de las ciudades han abierto un espacio importante para la investigación de parques urbanos a través de la metodología del costo de viaje. Otra particularidad del ambiente urbano es que el conjunto de consumo se compone de varias alternativas que muestran patrones complejos de sustitución en donde el precio entre alternativas puede variar poco y la decisión recae en cualidades del servicio brindado por los parques o en la heterogeneidad en preferencias de los usuarios. Por ello el modelado de múltiples sitios en sus distintas versiones (Herriges, Phaneuf, & Tobias, 2008; Ozuna & Gomez, 1994) es de particular importancia en los ambientes urbanos, en especial cuando la política económica de gran calado, como cerrar parques definitivamente o áreas de ellos para mantenimiento, puede tener efectos contraintuitivos y los agentes son capaces de reaccionar en modos que son difíciles de deducir a simple vista (Timmins & Schlenker, 2011). Dentro de las alternativas estructurales, la usada con mayor frecuencia es la del modelo de utilidad aleatoria sustentada en las distintas especificaciones de demanda logit: simple, anidada o de coeficientes aleatorios (Train, 1998). Otra posibilidad de representación se encuentra en el modelo de Kuhn-Tucker (Phaneuf, Kling, & Herriges, 2000). Ambos modelos estructurales son capaces de recuperar detallados patrones de sustitución entre alternativas de recreación consistentes con la teoría. La ventaja del modelo de Kuhn-Tucker reside en recuperar parámetros de la función de utilidad que indican directamente la utilidad marginal decreciente, la saciabilidad y la posibilidad de las soluciones de esquina, es decir, de no visitar el parque.

Es importante mencionar que los estudios de costo de viaje frecuentemente se nutren de la información recabada en los sitios de interés lo que da origen a problemas de autoselección y que han sido corregidos con distintos tipos de tratamientos estadísticos (Englin & Shonkwiler, 1995). Aquellos estudios que han realizado encuestas representativas en muestras aleatorias han encontrado una dificultad mayor en manejar los ceros o soluciones de esquina, es decir, las respuestas de no haber visitado uno o ningún parque. Con la modelación propuesta en esta tesina se le da un sentido teórico a este tipo de respuestas y se trata con ellas en un contexto explícito de maximización de la utilidad sujeta a restricciones presupuestales (Phaneuf, Kling, & Herriges, 2000).

El ejercicio se realiza en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) para 10 parques urbanos con datos primarios de una encuesta representativa levantada en 2016 con 959 individuos. Dentro de lo mejor que se conoce la literatura es la primera vez que un estudio de tal magnitud se realiza en el contexto urbano de un país de desarrollo medio y en una ciudad tan grande. Los resultados serán útiles para determinar el mejor uso del suelo con un estimado del excedente del consumidor experimentado por los usuarios del parque lo que se puede contrastar contra costos de mantenimiento y oportunidad. De igual forma se simulan políticas de gran importancia como cierre de parques y cambio en la calidad de los parques para determinar cuáles son los efectos que se extraen del modelo bajo el concepto de variación compensatoria.

La ZMVM abarca un área de 7900 km² y cuenta con 20.8 millones de habitantes repartidos en 5.9 millones de hogares, administrativamente consiste en la Ciudad de México (CDMX) los municipios conurbados del Estado de México y un municipio de Hidalgo. Esta área urbana cuenta con distintos tipos de espacios abiertos que van desde áreas naturales protegidas, zonas agropecuarias, zonas arqueológicas, ecosistemas con distinto nivel de preservación y parques urbanos. Tanto por la extensión territorial, por la desigualdad entre áreas de residencia y los lugares de trabajo y esparcimiento, como por cuestiones de congestión en las vías de comunicación, los viajes efectuados por los habitantes de la ZMVM requieren la inversión de tiempos y desembolsos considerables. En el año 2017 se publicaron los resultados de la encuesta origen-destino de los hogares (EOD) de la ZMVM realizada en colaboración entre INEGI y el Instituto de Ingeniería de la UNAM (Guzmán, Lozano & Miranda, 2018) ahí es posible observar el número de viajes por propósito, duración y medio de transporte. En promedio entre semana se efectúan 893 mil viajes con propósitos de esparcimiento de los cuales la mitad requirió menos de media hora, una cuarta parte entre media y una hora, pero hay casos que involucran traslados de dos y hasta más de 3 horas.

Lamentablemente el nivel de generalidad de la encuesta no permite distinguir con precisión los sitios visitados ni tampoco seguir durante un periodo de tiempo las decisiones de recreación de los hogares. Aun con todo se puede inferir que hay áreas de suma importancia para el esparcimiento de la ZMVM como Chapultepec-Polanco, el Centro

Histórico de la CDMX, los viveros de Coyoacán-Ciudad Universitaria y Pirámides de Teotihuacan-Tulancingo.

Las ciudades de los países menos desarrollados aún continúan en un proceso de expansión que aunado a una falta de planeación erige serios niveles de presión sobre los espacios abiertos, principalmente aquellos espacios de acceso abierto, aunque también sobre espacios que ya tienen un uso del suelo predeterminado como parques o áreas de conservación ambiental y se busca utilizarlos en forma alternativa para casa-habitación, comercios u otro tipo de infraestructuras (Seto, Fragkias, & Gu, 2011). La legislación en CDMX reconoce la fragilidad de los espacios abiertos y declara la prohibición explícita del cambio de uso de suelo en los parques urbanos que por su importancia simbólica o tradicional son considerados patrimonio de la capital. Pero aun a pesar de la legislación es necesario conocer con precisión cuales son los beneficios derivados de la demanda recreativa de los parques urbanos para poder contrastarla contra los costos de mantenimiento o de proyectos alternativos de uso de suelo. Esto gana actualidad e importancia práctica sobre todo a raíz de los rumores sobre la cesión de terrenos del Parque Refinería Bicentenario para el desarrollo de bienes inmuebles (El Universal, 2018), o de los recientes proyectos de expansión del Bosque de Chapultepec (Excelsior, 2019) y la creación de un parque en los terrenos del extinto aeropuerto de Texcoco (Milenio, 2019).

Además de esta introducción, la tesina se compone de las siguientes secciones: a) una revisión de literatura de la valoración a través del costo de viaje de los parques urbanos que va seguida de una revisión de las investigaciones sobre la modelación de Kuhn-Tucker; b) la presentación descriptiva de una detallada base de datos representativa de los usuarios de parques urbanos en la ZMVM; c) el modelo teórico y la especificación econométrica; d) los principales resultados junto a las simulaciones de política económica alternativa; e) conclusiones.

2 | Revisión de literatura

2.1 El método de costo de viaje y los parques urbanos

Hacia 1947 Hotelling propuso el método de costo de viaje¹ para valorar el uso recreativo de los parques nacionales de Estados Unidos. El modelo surge como respuesta al requerimiento de la agencia de parques de Estados Unidos de encontrar el valor económico de las áreas naturales utilizadas frecuentemente como sitios turísticos. La intuición básica tras la propuesta radica en que los usuarios se enfrentan a transacciones implícitas para visitar un sitio y ponderan las características de los lugares a visitar tomando las decisiones de visitarlos o no. De esta forma los usuarios revelan en los mercados asociados la valoración que hacen de las amenidades presentes en los sitios visitados.

Tendrían que pasar algunos años antes de que la metodología se implementara y desde entonces los estudios de costo de viaje han pasado por tres etapas: a) primeras aplicaciones, b) extensiones empíricas y c) fundamentación teórica y econométrica (Phaneuf & Smith, 2005). Desde la popularización de los estudios de costo de viaje se ha podido documentar que los servicios recreativos son normales con respecto al ingreso, es decir, que la fracción de ingreso dedicada al esparcimiento crece a medida que aumenta el ingreso. En cuanto a la elasticidad precio los resultados son variables. Por un lado, son elásticos para sitios prístinos. Por otro lado, son inelásticos para sitios de uso frecuente como lagos, playas y parques (Phaneuf & Smith, 2005). En el caso específico de los parques urbanos la información de

¹ El método de costo de viaje es bien conocido en el área de valoración económica del medio ambiente y se sugiere que el lector interesado en detalles técnicos consulte los siguientes manuales: para una exposición sencilla enfocada en la práctica puede leer Parsons (2003), una exposición teórica intermedia puede encontrarse en Freeman (2005), una reseña a profundidad sobre las estimaciones econométricas en Haab y McConnell (2002) y una presentación pormenorizada del estado del arte sobre la materia véase en Phaneuf y Smith (2005).

metaanálisis proviene principalmente de estudios que practican la metodología de precios hedónicos y valoración contingente. En ellos se ha encontrado a) una alta correlación entre densidad poblacional y valor de los parques, y b) un bajo efecto del nivel de ingresos (Brander & Koetse, 2011).

Hasta ahora son pocos los estudios que aplican la metodología de costo de viaje a los parques urbanos. El avance de la tecnología, principalmente los sistemas de información geográfica y el software estadístico han permitido extender el campo de aplicación hacia los parques urbanos. En una primera etapa se encuentra el estudio de (Dwyer, Peterson, & Darragh, 1983) que mediante datos zonales intenta hallar el excedente del consumidor por visitar tres parques de Chicago: Lincoln Conservatory (\$12.7 dólares de 1982 por visita), Garfield Park (\$8.68) y Morton Arboretum (\$4.54). Este primer estudio tuvo la capacidad de entender que el método podía ser útil en el contexto urbano pues hasta entonces se utilizaba para valorar sitios que se encontraban fuera de las ciudades.

En estudios posteriores se reconoce cómo el nivel de detalle sobre el lugar de origen de los visitantes afecta la precisión de los estimadores significativamente, en el trabajo aplicado en Santa Rosa, California para valorar el parque Taylor Mountain (\$13.7 dólares de 2016 por visita) (Hanauer & Reid, 2017) se da cuenta de la influencia del detalle con que se mide el lugar de partida del visitante sobre los parámetros del modelo. La explicación es que, en el contexto urbano, captar con todo detalle el costo de oportunidad influye sobre los cálculos del costo de viaje de una forma más considerable que en otro tipo de situaciones como la visita a atracciones naturales distantes y por ello es fundamental observar con precisión desde dónde se inicia el viaje y contar el tiempo necesario hasta llegar al destino. Otra ventaja del estudio de Taylor Mountain es que contrasta los beneficios contra los costos de mantenimiento con una tasa de descuento de 5% y encuentra beneficios netos del parque.

El estudio de (Lockwood & Tracy, 1995) que deduce la demanda del Centennial Park de Sídney, Australia (\$10.56 dólares australianos de 1994 por visita), destaca por su estimación de los costos de oportunidad asociados al tiempo, en su estudio confronta las decisiones de los visitantes entre distintos medios de transporte y con base en las decisiones de los usuarios es capaz de determinar el costo del tiempo sin asumirlo directamente una fracción del salario como precio del ocio.

Otro estudio en países desarrollados es el de (Bertram & Larondelle, 2017) aplicado para el bosque urbano de Grunewald en Alemania (€14.95 euros de 2016 por visita). Este estudio destaca por incluir un cuestionario vía internet para usuarios discriminando los efectos para las muestras de entrevistados en el sitio y los efectos para los entrevistados en línea. Encuentra que los entrevistados en línea son más sensibles al precio y obtienen un menor excedente por visita (€8.93 contra €23). También para países desarrollados se investiga la valoración de parques lineales que son usados para correr-trotar, la investigación de (Lindsey, Man, Payton, & Dickson, 2004) valora los Monon Trail greenways de Indianapolis (\$19.67 a \$0.19 dólares de 2000 por visita) con un énfasis sobre cómo estas mediciones pueden ayudar a los tomadores de decisiones sobre la construcción de nuevos parques y el mantenimiento de los existentes. En ese estudio se contrastan los costos de 10 años con una tasa de 6% y se encuentra que los beneficios superan a los costos 5 veces

Existen algunos estudios aplicados a países en desarrollo como el de Chandigarh, India (₹308 rupias de 2002 por visita) (Chaudry & Tewari, 2009) que valora la ciudad en conjunto que contiene más de 200 parques. Aplicando la metodología del costo de viaje también (Martínez-Cruz & Sainz-Santamaria, 2015) investigan los parques Dinamos y Desierto de los Leones encontrando dos clases de usuarios que derivan niveles distintos de excedente del consumidor. En este estudio se aplicaron encuestas en sitio y procedimientos de corrección por truncamiento y estratificación endógena para corregir los problemas de selección, la principal diferencia con el presente estudio es que la encuesta se realiza fuera de sitio y de origen no exhibe problemas de sesgo de selección. Los investigadores indican que el 82% de los visitantes al Desierto de los Leones obtienen 33 dólares de 2006 por visita mientras que el resto obtiene un excedente de 12 dólares. Para el caso de Dinamos hay tres clases de usuarios, la primera y segunda clase reciben de 0 a 2 dólares de 2003 por visita y la tercera clase que abarca el 20% recibe 6 dólares.

También otros parques de la CDMX han sido investigados, aunque usando otras metodologías como valoración contingente (Flores-Xolocotzi, González-Guillén, & de los Santos-Posadas, 2010). En el Estudio de Flores-Xolocotzi se valora el Parque Hundido (9.9 ha) encontrándose una disposición a pagar por su mantenimiento anual por persona de 543.6 pesos y un total de 34.5 millones de pesos por hectárea, desafortunadamente no se puede

establecer una asociación entre la disposición a pagar y el número de visitas para poder tener métricas comparables.

De los estudios que se encuentran en la intersección entre el método costo de viaje y el área de estudio parques urbanos se puede apreciar un esfuerzo constante por mejorar la precisión con que se miden los costos directos (Hanauer & Reid, 2017) y aún algo de innovación en la estimación de costos indirectos por medios distintos al de la convención de salario como precio del ocio (Lockwood & Tracy, 1995). Es importante mencionar que al tratarse de parques urbanos donde la mayoría de los visitantes están muy cercanos al área de visita, obtener la mayor precisión posible al capturar la distancia y el tiempo real invertidos en el viaje es crucial para generar estimaciones precisas. También en las áreas urbanas donde las decisiones de tiempo a invertir en un viaje pueden ser más considerables que los costos de traslado directos es importante dotar de contenido a las estimaciones para evitar en la medida de lo posible que las estimaciones se vean enturbiadas por errores de medición.

En los estudios aplicados a parques urbanos se ha dado prioridad a las encuestas en sitio (Bertram & Larondelle, 2017; Hanauer & Reid, 2017; Martinez-Cruz & Sainz-Santamaria, 2015). Los tratamientos estadísticos entonces corrigen por truncamiento y estratificación endógena. No obstante, puede argumentarse que en el contexto urbano la obtención de información de parte de la población relevante sobre lo que constituye el conjunto de elección y la frecuencia de decisiones de esquina (cero visitas) son razones que fortalecen la elección de una encuesta basada en muestreo aleatorio pues nos informan sobre el proceso generador de datos.

Las especificaciones econométricas que se han tratado de llevar a cabo para atender esta propiedad de la base de datos van desde los modelos de variable censurada, los modelos de variable de conteo, los modelos de riesgo, los modelos de selección de muestra, los modelos de ecuaciones simultaneas, los modelos bayesianos, los modelos basados en la utilidad aleatoria y los modelos basados en la teoría de maximización del consumidor. Aunque se puede usar una categorización econométrica, en la literatura suele agrupárselos como modelos de sitio único y modelos de múltiples sitios en atención al número de elementos que componen el conjunto de elección (Freeman, 2005). También es útil considerar la clasificación de las aproximaciones como modelos estructurales y de forma

reducida (Timmins & Schlenker, 2011). Uno de los inconvenientes principales con las modelaciones de sitio único es que limitan el espacio de elección a solo una alternativa y, cuando el conjunto de elección es mayor, arrojan como resultado un sistema de demandas incompletas que genera estimaciones inconsistentes a menos que se les imponga la condición de integrabilidad (LaFrance & Hanemann, 2006). Cuando el conjunto de elección se compone de más de una alternativa lo mejor es usar modelos de múltiples sitios.

En las aplicaciones a parques urbanos por el diseño mismo de las encuestas es una consecuencia natural que la especificación haya sido de sitio único, incluso cuando el área de estudio incorpore más de un sitio se procede modelando uno a la vez dejando de lado las posibles relaciones de complementariedad y sustituibilidad que pueden existir entre los parques que constituyen el conjunto de elección (Iamtrakul, Hokao, & Teknomo, 2005)(Martinez-Cruz & Sainz-Santamaria, 2015). En algunos casos como en la ciudad de Chandigarh en la India se justifica que los mas de 200 parques que forman el conjunto sean tratados como uno solo puesto que los visitantes lo perciben así (Chaudhry & Tewari, 2006), no obstante, en sitios como la ZMVM es más probable que los usuarios perciban los distintos parques en forma diferenciada y entonces la modelación de múltiples sitios será más adecuada.

2.2 El modelo Kuhn Tucker y los parques urbanos

Aunque el grupo dominante de modelos en múltiples sitios implementados son los basados en la utilidad aleatoria, también se disponen modelos de sistemas de ecuaciones simultaneas y de maximización de Kuhn Tucker, en los casos de modelaje estructural se dispone de Kuhn Tucker y modelo de utilidad aleatoria con la diferencia de que los modelos de utilidad aleatoria enfatizan la elección y el de Kuhn Tucker enfatizan el problema de maximización del consumidor. Por otra parte, los sistemas de ecuaciones son modelos en forma reducida que ofrecen una respuesta estadística a la naturaleza de conteo de la variable dependiente, pero no tienen una explicación sobre el origen de los ceros como soluciones de esquina. A lo mas que han llegado los modelos de conteo es a establecer una relación anidada donde se determina primero una probabilidad de participación y luego un margen intensivo de participación. En cambio, la principal debilidad de los modelos basados en utilidad

aleatoria es la escasa guía teórica para la determinación de patrones de correlación entre alternativas, si bien existe la posibilidad de implementar una especificación que relaje el supuesto de irrelevancia de alternativas independientes, no hay una mejor practica sobre la forma y el numero que deben tener las estructuras anidadas (Parsons, Jakus & Tomasi, 1999). Quizá el mayor de los inconvenientes de el modelo basado en utilidad aleatoria es la imposibilidad de explicar las diferencias estacionales de la demanda recreativa, el cual está muy presente en los modelos repetidos de utilidad aleatoria. No obstante, la investigación sobre la forma de poder incluir patrones flexibles de sustitución y correlación de las decisiones a través del tiempo a conducido a los modelos de coeficientes aleatorios que pueden lidiar bien con dichos problemas (Train, 1998).

Hasta ahora el único modelo disponible para interpretar los componentes estocásticos no observados y la heterogeneidad de las preferencias en una forma consistente con las soluciones de esquina es el de Kuhn-Tucker. Inicialmente fue desarrollado por Wales y Woodland (1983), en su version dual por Lee y Pitt (1986) e implementado por primera vez en el contexto de la demanda recreativa por Phaneuf, Herriges y Kling (2000). A pesar de no tener antecedentes de esta especificación en el ámbito de parques urbanos, sí se tienen aplicaciones para bosques, playas y sitios de pesca (Kuriyama, Hanemann, & Hilger, 2010; Nicita, Signorello, & De Salvo, 2016). Esta especificación parte del problema del consumidor con la maximización de la utilidad sujeta a la restricción presupuestaria y al consumo no negativo de mercancías. A partir de allí se derivan las condiciones de optimalidad de Kuhn Tucker y se añade un componente estocástico que incorpora todos los factores no observables por el investigador con lo cual es posible hacer uso de una estimación por máxima verosimilitud. En este modelo entonces tanto la asunción de forma funcional como de distribución son medios de permitir ricas estructuras de sustitución.

En un principio la especificación requería gran cantidad de insumos de cómputo y era difícil la implementación para amplios conjuntos de elección. Pronto se superaron estas limitaciones y se propusieron algoritmos para simular las políticas de cambio en la calidad y cantidad de los sitios que ofrecían resultados en menor cantidad de tiempo (Bhat, 2008) (Von Haefen, Phaneuf, & Parsons, 2004) (Lloyd-Smith, 2018). Actualmente no hay algún impedimento técnico que dificulte trabajar con cualquier número de sitios disponibles lo cual

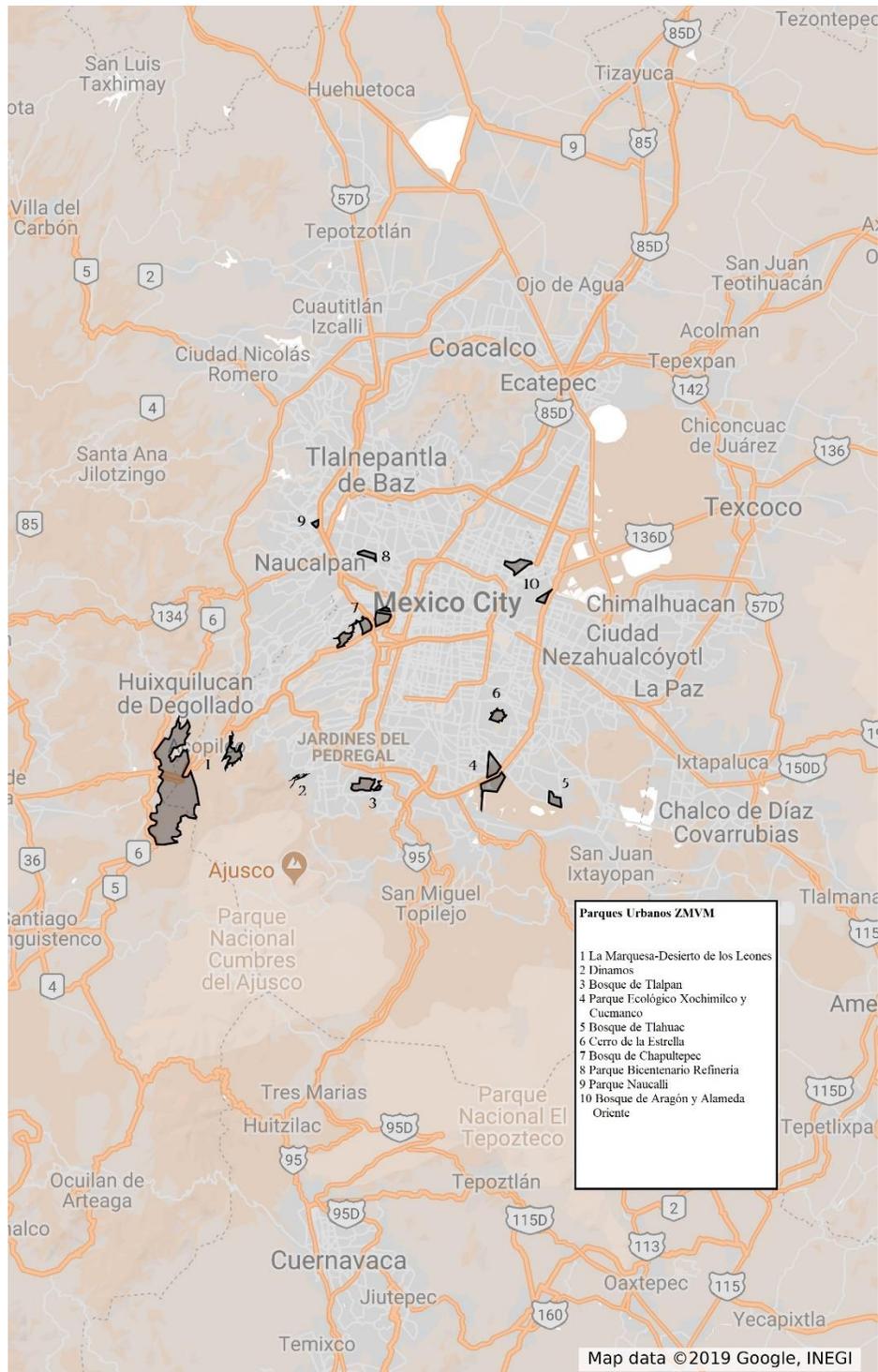
ha posibilitado la mayor difusión del modelo. También los algoritmos de simulaciones de política económica están disponibles para anticipar los efectos sobre el bienestar derivados de cambio en calidad, cantidad y precios de los bienes públicos. Si bien hasta ahora la literatura de parques urbanos se había conformado con obtener mediciones de excedente del consumidor por visita sin lograr incorporar los efectos que un cambio en la disponibilidad o calidad de los sitios puede acarrear en el bienestar del consumidor, con la especificación estructural de Kuhn-Tucker se pueden contestar nuevas preguntas de investigación y profundizar el análisis.

Para concluir esta sección se puede decir que la literatura de costo de viaje enfocada en parques urbanos había desatendido las posibilidades del modelado para múltiples sitios, mientras que ninguna de las aplicaciones de la especificación de Kuhn Tucker había tenido por objeto el sistema de parques urbanos. Entonces, esta tesina cubre un campo de aplicación novedoso y extiende el conocimiento sobre la demanda recreativa de parques urbanos en una ciudad de un país de menos desarrollo.

3 | Datos

3.1 Los parques

Los parques objeto de estudio son: Bosque de Aragón-Alameda Oriente, Bosque de Chapultepec, Bosque de Tláhuac, Bosque de Tlalpan, Dinamos, la Marquesa-Desierto de los Leones, parque Bicentenario Refinería, parque Ecológico de Xochimilco-Cuemanco, Cerro de la Estrella y parque Naucalli. El mapa 1 contiene los polígonos de los parques sobre el trazo de vialidades de la ZMVM. Solo dos parques están ubicados en el Estado de México: Naucalli y parte de la Marquesa-Desierto. Los parques se encuentran al sur de la ZMVM y dentro de la CDMX las ubicaciones son preferentemente al sur, aunque los más visitados se encuentran en el poniente (Bosque de Chapultepec) y oriente (Bosque de Aragón).



Fuente: Elaboración propia

MAPA 1 PARQUES URBANOS DE LA ZMVM

Las variables de interés de los parques son su extensión, el responsable de su administración y las amenidades que poseen, museos, zoológicos, instalaciones deportivas y lagos artificiales. Dentro del grupo de estudio se tiene que el parque más grande es la Marquesa-Desierto de los Leones con 5800 hectáreas, esto se explica porque son áreas protegidas decretadas a inicios del siglo XX ubicadas sobre ecosistemas de bosque al sur poniente de la CDMX. El siguiente parque por nivel de extensión es el Bosque de Chapultepec que cuenta con 686 hectáreas en sus tres secciones. Un grupo de parques de extensión media cuenta con entre 100 y 400 hectáreas, se trata de Xochimilco-Cuemanco, Tlalpan, Aragón y Cerro de la Estrella. Finalmente está un grupo de pequeños parques con menos de 100 hectáreas de extensión, aquí encontramos a Tláhuac, Refinería, Naucalli y Dinamos.

El nivel administrativo de los parques contempla todas las posibilidades. En el nivel federal se tiene a las áreas naturales protegidas la Marquesa-Desierto y Cerro de la Estrella. También el parque Refinería es de responsabilidad federal y es el de más reciente creación. Los parques patrimonio natural de la capital son responsabilidad local, aquí se encuentran Bosque de Chapultepec, Aragón y Tlalpan. Los parques de responsabilidad municipal son Tláhuac, Naucalli y Xochimilco-Cuemanco. Finalmente, Dinamos es manejado por una asociación de comuneros.

Con las amenidades consideradas los parques mas completos son el Bosque de Chapultepec y Aragón, ahí encontramos museos, lago artificial, instalaciones deportivas y zoológico. El parque Refinería a pesar de su pequeño tamaño únicamente carece de zoológico. También Xochimilco-Cuemanco que tiene una extensión considerable tiene un importante lago, museo e instalaciones deportivas. Tláhuac es un parque que cuenta con dos amenidades, tiene lago artificial e instalaciones deportivas, pero carece de museo. El Parque de la Marquesa-Desierto cuenta con lagos artificiales y museo, pero no tiene instalaciones deportivas ni zoológico. En los Dinamos solamente encontramos lago artificial. En Naucalli y Bosque de Tlalpan solo hay instalaciones deportivas. El Cerro de la Estrella no tiene ninguna amenidad dentro de las consideradas. El cuadro 1 resume las variables de calidad consideradas para los parques.

CUADRO 1: ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LOS PARQUES URBANOS

Parque	Área(Ha)	Administración	Zoo	Museos	Lago	Instalaciones deportivas
Bosque de Aragón	244.9	Local	1	1	1	1
Bosque de Chapultepec	686	Local	1	5	1	1
Bosque de Tláhuac	72	Municipal	0	0	1	1
Bosque de Tlalpan	252.8	Local	0	0	0	1
Dínamos	33.5	Privada	0	0	1	0
La Marquesa-Desierto	5800	Federal	0	1	1	0
Parque Bicentenario Refinería	55	Federal	0	1	1	1
Xochimilco-Cuemanco	372.2	Municipal	0	1	1	1
Cerro de la Estrella	124.1	Federal	0	0	0	0
Parque Naucalli	45.3	Municipal	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Los visitantes

Los datos provienen de una encuesta representativa de la ZMVM en hogares que se levantó en 2016 a cargo de la empresa Parametría (Parametría, 2016). Durante 2016 se entrevistó a 1300 personas de la ZMVM. El propósito central de la entrevista eran los hábitos de movilidad durante todo el año. En la entrevista se incluyeron tres preguntas relevantes para valoración económica del medio ambiente, la primera era sobre los parques visitados durante el año, la segunda era sobre el propósito de la visita y el medio de transporte utilizado, la última era una pregunta sobre la valoración del terreno que quedaría libre en el viejo aeropuerto de la CDMX y el interés que tendría construir un nuevo parque en ese sitio. La primera y segunda preguntas son fundamentales para calcular el costo de viaje y la tercera es una pregunta de valoración contingente de formato abierto que no se utiliza en la presente investigación.

La encuesta se levantó a nivel de hogar, pero la unidad de observación fue el individuo. Al final se consideraron únicamente 959 encuestas completas. A continuación, se resumen las principales variables socioeconómicas de la muestra. Para los 959 individuos el ingreso mensual promedio es \$5 690 pesos con un mínimo de \$393 y un máximo de \$30 000. El ingreso mediano fue de \$3 793 y solamente un 10% de la muestra tiene ingresos iguales o

superiores a \$11 378. La edad de los entrevistados se situó entre los 16 y 97 años con una media de 49. El 2.7% de los individuos está entre los 16 y 25 años, el 11.6% está entre los 25 y 35 años, el 23.8% está entre los 35 y 45 años, el 27% de los individuos está entre 45 y 55 años y el 34.2% tiene más de 55 años, 4 individuos no declararon su edad. El 34% de los entrevistados fueron mujeres. El ingreso promedio de las mujeres es de \$5 186 mientras que el de los hombres es de \$5 954. Los años de escolaridad promedio entre la muestra son 10.1 con un máximo de 20 y una desviación estándar de 3.9 años, solamente el 10% de la población cuenta con 16 o más años de escolaridad. El 21% de la población no tiene instrucción formal o tiene la educación primaria completa o incompleta, el 55% tiene educación secundaria y/o bachillerato, mientras que el 23% tiene algunos años de estudios universitarios o de posgrado . Entre las ocupaciones de los individuos se distingue que el 43.6% son parte del sector formal, 33.4% son parte del sector informal y 22.1% no son parte de la población trabajadora porque son jubilados, se dedican a labores del hogar o son estudiantes. Dentro del sector formal la categoría mas frecuente es ser empleado de una empresa u organización no gubernamental, mientras que en el sector informal lo mas común es ser trabajador por cuenta propia o comerciante, por su parte la población que no está dentro de la fuerza laboral se dedica en su mayoría a labores en el hogar o es jubilada. El 34 % de la población tiene auto, aunque 24 individuos declararon tener dos y un individuo declaro tener tres. Entre la población el 15.8% se considera de clase baja pero el 80% se considera de clase media, el restante 4.2% se considera clase alta o no responde. Dentro de la clase media la división es del 50% que se considera media-media, 45% se considera media baja y 5% se considera media-alta. Dentro de la muestra el 39.5% declaro tener hijos o hijas en edad escolar. La información sobre la población se resume en el cuadro 2.

CUADRO 2 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LA POBLACIÓN (N=959)

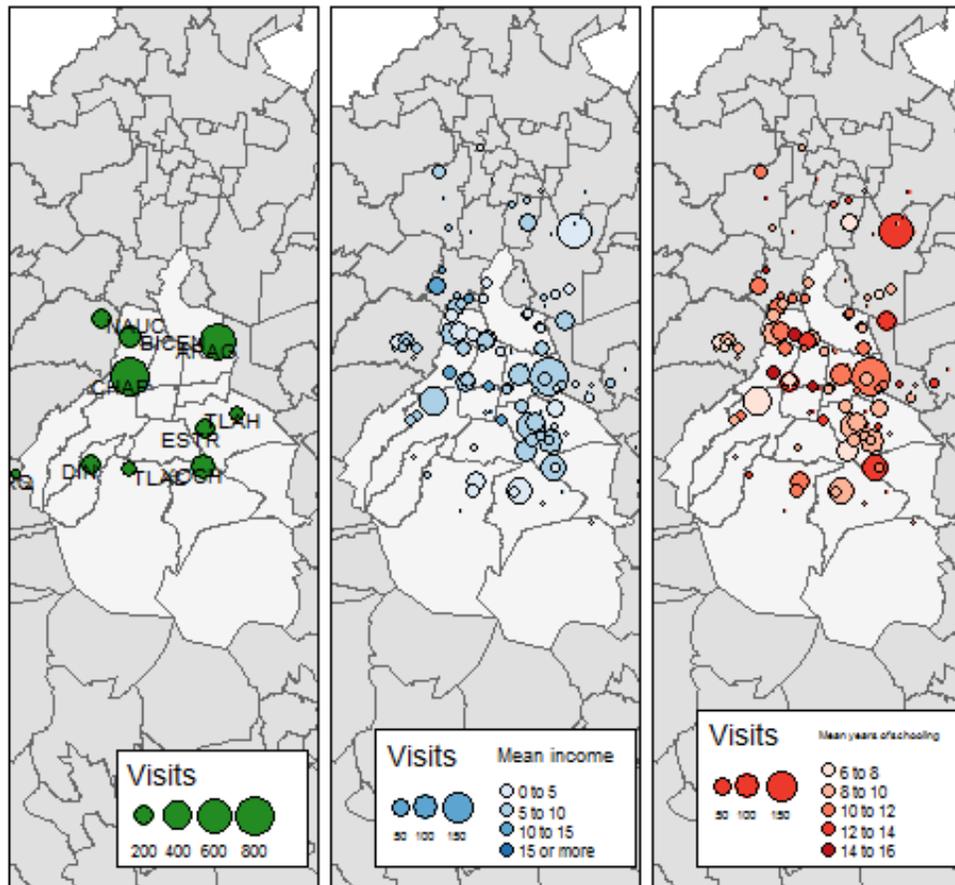
Variable	Descripción/Unidades	Media	Desviación	Min	Max
Ingreso	Mensual en miles de pesos	5.691	4.365	0.393	30
Edad	Años	49.4	14.4	16	97
D_Mujer	Dicotómica de género	0.34		0	1
Escolaridad	Años	10.1	3.97	0	20
D_Empleo formal	Dicotómica de empleo formal	0.436		0	1
D_Empleo informal	Dicotómica de empleo informal	0.334		0	1
Auto	Número de autos	0.35	0.532	0	3
D_Clase baja	Dicotómica de clase baja	0.158		0	1
D_Clase media	Dicotómica de clase media	0.8		0	1
D_Niños	Dicotómica de hijos/as en edad escolar	0.39		0	1

Fuente: Elaboración propia con datos de Parametría.

3.3 Las visitas

Durante 2016 el parque más visitado fue Bosque de Chapultepec con 798 visitas, seguido por Bosque de Aragón con 685. A una distancia considerable se ubican parques con entre 200 y 300 visitas, se trata de Xochimilco-Cuemanco, Bicentenario Refinería, Cerro de la Estrella, Naucalli y Dinamos. Luego hay un grupo de parques con menos de 200 visitas entre los que encontramos a Bosque de Tlalpan y Bosque de Tláhuac. El parque menos visitado fue La Marquesa-Desierto con 63. Las soluciones de esquina están muy presentes, en la base de datos se observa que 534 entrevistados no visitaron una sola de las alternativas, 302 visitaron un parque, 113 visitaron dos parques y solamente 10 individuos visitaron 3 parques. La encuesta se levantó en hogares con nivel de observación para individuos por lo que en principio se dispone de lugar de origen y visitas para los 959 individuos, no obstante, para proteger la confidencialidad de la localización del hogar del entrevistado la empresa Parametría agregó todas las respuestas que caen dentro de la vecindad de un punto anónimo de partida georreferenciado por lo que se dispone únicamente 127 diferentes puntos de partida. El lugar de origen cruzado con ingreso y escolaridad se muestra en el mapa 2. El mapa tiene tres paneles de izquierda a derecha. En el panel a) se observa cuales son los parques más visitados de acuerdo con el tamaño del círculo. En el panel b) se aprecia el origen de cada grupo de visitantes, el tamaño del círculo pondera el número de visitas y la

intensidad del color azul nos indica mayores ingresos. El panel c) presenta lo mismo que el panel b solo que la intensidad del color rojo nos indica mayores niveles de escolaridad.



Fuente: Elaboración propia con datos de Parametría (2016)

MAPA 2 VISITAS, LUGAR DE ORIGEN, INGRESOS Y ESCOLARIDAD DE VISITANTES

En la base de datos se aprecian los hábitos de frecuencia en visita entre distintos tipos de usuarios. El Bosque de Aragón es frecuentado hasta 204 veces por un mismo individuo en el año, al parque Xochimilco-Cuemanco un individuo asistió 100 veces. En ambos casos se trata de personas que lo utilizan para hacer deporte y para correr. Otros parques que reciben visitas con frecuencia semanal son Dinamos, Cerro de la Estrella y Bosque de Tlalpan. El bosque de Chapultepec y Bosque de Tláhuac reciben visitas quincenales, mientras que los menos intensamente visitados en el año son Naucalli y la Marquesa-Desierto que reciben visitas mensuales o menores.

Si descartamos los individuos que no visitan ningún parque, es decir, si condicionamos el promedio a tener cuando menos una visita al parque seleccionado, se observa que en promedio el parque más intensivamente visitado es Dinamos con una frecuencia de 14 visitas lo que daría una intensidad superior a la mensual, dentro de los grupos con frecuencia casi mensual habría que mencionar a Cerro de la Estrella con 10 visitas promedio, Xochimilco-Cuemanco con 9.3 y Bosque de Aragón con 8.15. Después se tiene un grupo de parques con una frecuencia de visitas cercana a la bimestral, ahí están Bosque de Tláhuac con 5.96, Bosque de Tlalpan con 5.92 y Refinería con 5.53. Finalmente está el grupo de parques que reciben a visitantes con una intensidad promedio trimestral o menor y aquí aparecen Naucalli con 4.34, Bosque de Chapultepec con 3.43. Con frecuencias semestrales aparece la Marquesa-Desierto con 2.73.

El resumen de la información sobre visitas para los parques se presenta en el cuadro 3. En el cuadro se puede apreciar la distribución porcentual de las actividades realizadas al visitar un parque, ahí se nota que la mayoría de las visitas son para paseos especialmente en la Marquesa-Desierto, Chapultepec, Cerro de la Estrella y Naucalli. El parque Bicentenario y el Bosque de Tláhuac se visitan la mitad de las veces para pasear, pero también son importantes las actividades de andar en bicicleta y practicar algún deporte. Otros parques tienen una orientación más cargada hacia los deportes como Bosque de Aragón y Dinamos, mientras que, para correr se ocupan de forma destacada los parques de Xochimilco-Cuemanco, porque cuenta con una pista alrededor del lago de canotaje, y Bosque de Tlalpan por sus pistas con vistas panorámicas.

CUADRO 3 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS VISITAS A LOS PARQUES DURANTE EL AÑO 2016

Parque	Visitas	Actividad (%)					Media	Media Visita > 0	Max
		P	C	D	B	NC			
Bosque de Aragón	685	34.16	1.31	64.38	0	0.15	0.71	8.15	204
Chapultepec	798	80.45	5.64	6.51	4.38	3.02	0.83	3.43	30
Bosque de Tláhuac	149	48.99	1.34	24.16	24.16	1.35	0.15	5.96	30
Bosque de Tlalpan	154	62.98	37.02	0	0	0	0.16	5.92	48
Dínamos	210	32.38	2.38	30.95	0	34.29	0.21	14	70
Marquesa-Desierto	63	90.47	1.58	4.76	0	3.19	0.06	2.73	10
Bicentenario Refinería	260	67.69	1.15	13.84	15.38	1.94	0.27	5.53	26
Xochimilco-Cuemanco	307	42.67	52.76	1.95	1.95	0.67	0.32	9.30	100
Cerro de la Estrella	230	56.95	10.86	1.3	8.69	22.2	0.23	10	52
Parque Naucalli	217	76.49	19.81	0.92	1.80	0.98	0.22	4.34	20

Nota: Actividades: Paseo (P), Correr-trotar (C), Deporte (D), Bicicleta (B), no contesta (NC). Entrevistados que no visitaron ningún parque: 534. Entrevistados que solo visitaron un parque: 302. Entrevistados que visitaron al menos dos parques: 113. Entrevistados que visitaron tres parques distintos: 10.

Fuente: Elaboración propia con datos de Parametría.

3.4 El costo de viaje

Con la información de punto de partida y coordenadas de los sitios de destino, la modalidad de transporte y los ingresos del individuo se puede inferir el costo de viaje. Una tercera parte de los viajes se realizaron en auto y dos terceras partes se realizaron en transporte público, una cantidad muy poco considerable se efectúa en bicicleta o caminando. La ecuación para calcular el costo de viaje de la alternativa j para el individuo i se presenta a continuación:

$$CV_{j,i} = 2[f(\text{ingreso}_i) \sum_{k \in K} d_k (\text{tiempo}_{j,i,k}) + d_{k=a} (\text{distancia}_{j,i,k=a}) (\text{costo}_{k=a}) + d_{k=p} \sum_{m \in M} d_m \text{costo}_m] \quad (0)$$

En la ecuación, d_k representa una variable binaria que indica el modo de transporte elegido por el usuario entre las K alternativas de auto, transporte público, bicicleta o caminar. La variable $\text{tiempo}_{j,i,k}$ es el tiempo calculado que toma al individuo i visitar la alternativa j

que varía por k modo de transporte. La variable f es una constante que mide el costo de oportunidad como proporción del ingreso del individuo, en nuestro caso es el 25% del ingreso por hora (suponiendo 22 días laborables al mes en jornadas de 8 horas). Si el modo de transporte elegido es auto se tiene la variable $distancia_{i,j,k=a}$ que mide la distancia que toma al individuo i visitar la alternativa j conduciendo $k=a$, y el $costo_{k=a}$ mide el costo promedio por unidad de distancia recorrida en automóvil. Por otra parte, si la alternativa elegida fuese transporte público están las variables binarias d_m que indican las M subalternativa de modo de transporte público disponibles y que son taxi, camión, metro, metrobús y trolebús, cada subalternativa tiene un $costo_m$ que mide el precio por el viaje entero. Se considera que las alternativas de bicicleta y caminata no tienen más costos que el de oportunidad del tiempo. Finalmente se multiplica dos veces para considerar la ida y la vuelta.

Como ejemplo tómesese a un individuo que viaja de Texcoco a Chapultepec y decide ir en transporte público. Se calcula que el tiempo de recorrido será de 2 horas y su ingreso mensual es de \$11 500 pesos, entonces su costo de oportunidad es de \$32.6 cuando el factor f equivale al 25% del ingreso por hora calculado en \$65.3 (suponiendo 22 días hábiles en una jornada de 8 horas). Las alternativas de transporte público que elige son viaje en camión de Texcoco al metro Santa Martha con una tarifa de \$15 pesos y después un viaje en metro hasta Chapultepec con tarifa de \$5, entonces el total de transporte público es de \$20. Por lo tanto, el costo de ida es de \$85.3 y el total de \$170.6.

Para calcular el tiempo y distancia del recorrido se utiliza un proceso de colección masiva de información de internet conocido como web scraping. En la página de Google Maps se indican las coordenadas de partida y las coordenadas de destino para cada uno de los viajes, se indica luego la alternativa de transporte elegida por el usuario y los datos que se extraen son distancias, tiempos y subalternativas en caso de transporte público. La operación se ejecutó 9590 ocasiones dando como resultado los vectores de tiempo, distancia y distintos tipos de subalternativas de transporte público con variables binarias.

En el promedio de la muestra, visitar cualquier parque toma 73.4 minutos. La alternativa menos costosa en tiempo es el parque Naucalli con 46.45 minutos y la mas costosa es Dinamos con 111.49 minutos. Alternativas por debajo del promedio de inversión de tiempo son la Marquesa-Desierto (63.15), Bosque de Aragón (63.8), Refinería (65.3) y

Chapultepec (69.7). Los parques que están dentro del promedio son Tláhuac (73.2), Cerro de la Estrella (73.4) y Xochimilco-Cuemanco (75.7). Otro parque costoso en tiempo es el Bosque de Tlalpan con 91.5 minutos. Si condicionamos el tiempo a observar cuando menos una visita, el promedio se reduce a 60.3 minutos. Los únicos dos parques que toman más de una hora en visitarse son el Bosque de Tlalpan (64.3), Chapultepec (72.42) Tláhuac (80.2) y Dinamos (104.4). Se puede apreciar que tanto Naucalli (25.2) y Cerro de la Estrella (38) son parques sensibles al tiempo pues sus promedios condicionales se reducen considerablemente. Más aun, se puede observar en promedios de tiempo ponderados por número de visitas que el parque Naucalli tiene un costo en tiempo de 21 minutos. Con promedios ponderados solamente Dinamos (89.7) toma más de una hora y Chapultepec aproximadamente una hora.

En cuanto a distancia se tiene un promedio de 23.18 km con un máximo de 49.5 en la Marquesa-Desierto y un mínimo de 15.2 para Bosque de Aragón. Se puede agrupar a los parques que se encuentran a distancias menores al promedio: Chapultepec (16.7), Tláhuac (16.9) Refinería (17.1) Cerro de la Estrella (18). Por otro lado, existen parques muy cercanos al promedio de distancia: Xochimilco-Cuemanco (21.2) Dinamos (23.6) y Tlalpan (23.8) Además del más distante, otro parque que está alejado del punto de partida de los visitantes es Naucalli con 29.5 km. Al condicionar la distancia a observar un número de viajes mayor que cero se aprecia una reducción sustancial del promedio a 10.6 km. Un parque poco sensible a este condicionamiento es la Marquesa-Desierto que sigue siendo el más distante con 46.3 km. Los parques más sensibles al condicionamiento son Cerro de la Estrella (3.9) y Refinería (2.6). Si ponderamos por número de visitas se aprecia un efecto sustancial sobre Cerro de la Estrella con un promedio de distancia de 1.34 y Naucalli con 10.7.

A partir de estos insumos se calcula el costo de viaje y da como resultado un promedio de \$127 pesos entre todas las alternativas con un mínimo de \$86.4 para Aragón y un máximo de \$268.1 para la Marquesa-Desierto, otro parque costoso superior a la media es Naucalli con \$163.1. Parques relativamente baratos son Chapultepec (\$93.1), Refinería (\$93.8), Tláhuac (\$95), Cerro de la Estrella (\$102.7) y Xochimilco-Cuemanco (\$111.9). Otro grupo de parques se sitúan muy cercanos al promedio de costo, estos son: Tlalpan (\$126.9) y Dinamos (\$128.7). Excluyendo a los usuarios que no visitan los parques el promedio de costo se reduce a \$54.7 donde nuevamente el parque más caro es la Marquesa-Desierto con \$177.4

pero ahora el mas barato de visitar es Cerro de la Estrella con \$11.9 y esto por los efectos de reducción de distancias y tiempos que se reseñaron antes. Otros de los parques que reducen su costo promedio significativamente son Refinería con \$16 y Tláhuac con \$28.9. Ahora los parques mas caros respecto a la media son Naucalli con \$71.9, Xochimilco-Cuemanco con \$65.6 y Dinamos con \$62.1. Los parques que son muy cercanos a la media son Aragón con \$49.6, Tlalpan con \$50.3 y Chapultepec con \$54. Cuando se obtiene el promedio ponderado por número de visitas las tendencias combinadas de distancia y tiempo vuelven a aparecer reduciendo los costos del parque Cerro de la Estrella a \$4.1. Tampoco este promedio afecta los costos de la Marquesa-Desierto que tiene promedio ponderado de \$160.9. Toda la información referente a distancias, tiempos y costos se resume en el cuadro 4.

CUADRO 4 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DEL COSTO DE VIAJE

Parque	Tiempo (min)			Distancia (km)			Costo (pesos)		
	M	C	P	M	C	P	M	C	P
Bosque de Aragón	63.87	51.21	32.23	15.26	8.15	11.14	86.4	49.6	40.8
Bosque de Chapultepec	69.77	72.42	60.04	16.78	8.96	7.39	93.1	54.0	42.3
Bosque de Tláhuac	73.21	80.28	59.88	16.93	7.25	5.92	95.0	28.9	13.8
Bosque de Tlalpan	91.57	64.38	59.73	23.80	13.05	7.00	126.9	50.3	30.0
Dínamos	111.49	104.4	89.72	23.61	15.12	18.24	128.7	62.1	49.3
La Marquesa-Desierto	63.15	59.95	53.42	49.50	46.36	41.16	268.1	177.4	160.9
Bicentenario Refinería	65.30	41.14	34.66	17.18	2.60	3.18	93.8	16.0	15.1
Xochimilco-Cuemanco	75.78	56.93	43.36	21.19	12.31	7.84	111.9	65.6	37.9
Cerro de la Estrella	73.40	38	41.66	18.03	3.92	1.34	102.7	11.9	4.1
Parque Naucalli	46.45	25.28	21.10	29.49	14.47	10.77	163.1	71.9	67.9

Nota: Promedio simple (M), promedio condicionado a visitas mayores a cero (C), promedio ponderado por el número de visitas (P).

Fuente: Elaboración propia.

4 | Especificación econométrica

4.1 Modelo de comportamiento

Este capítulo se basa extensivamente en los desarrollos teóricos de (Phaneuf, et al, 2000; von Haefen, et al, 2004). El modelo consta de $i=\{1, \dots, N\}$ individuos cada uno de los cuales tiene disponibles x_j alternativas de recreación, con $j=\{1, \dots, J\}$ y cada alternativa tiene un vector $Q=(q_{m1}, \dots, q_{mh})$ de cualidades con extensión $h=\{1, \dots, H\}$. El consumidor dispone de ingreso exógeno y además puede elegir un bien Hicksiano compuesto z que representa la alternativa de consumir cualquier otro bien distinto de las J alternativas de recreación. De forma que se puede plantear el problema del consumidor con el siguiente programa de optimización:

$$\max_{\{x, z\}} U(x, z, Q, \varepsilon; \beta) \text{ s. a. } p'x + z = y; x \geq 0; z \geq 0 \quad (1)$$

Asumimos que la función de utilidad $U(\cdot)$ es cuasicóncava, creciente y continua diferenciable en el vector de alternativas y el bien compuesto cuyo precio ha sido normalizado. El vector $p=\{p_1, \dots, p_J\}$ contiene los costos de viaje para cada alternativa. El vector $\varepsilon=\{\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_J\}$ contiene términos de perturbación aleatorios que capturan la variedad de preferencias sobre la población, estas características son conocidas por los individuos pero inobservables desde el punto de vista del investigador. Finalmente, β son parámetros estructurales.

Al resolver el problema planteando las condiciones necesarias y suficientes de primer orden para restricciones de desigualdad también conocidas como condiciones de Kuhn Tucker llegamos al siguiente sistema de desigualdades

$$\begin{aligned} \frac{\partial U(\mathbf{x}, z, \mathbf{Q}, \boldsymbol{\varepsilon}; \beta)}{\partial x_j} &\equiv U_j(\mathbf{x}, z, \mathbf{Q}, \boldsymbol{\varepsilon}; \beta) \leq \lambda p_j, \quad x_j \geq 0, \quad x_j[U_j(\mathbf{x}, z, \mathbf{Q}, \boldsymbol{\varepsilon}; \beta) - \lambda p_j] = 0; \quad \forall j \\ \frac{\partial U(\mathbf{x}, z, \mathbf{Q}, \boldsymbol{\varepsilon}; \beta)}{\partial z} &\equiv U_z(\mathbf{x}, z, \mathbf{Q}, \boldsymbol{\varepsilon}; \beta) \leq \lambda, \quad z \geq 0, \quad z[U_z(\mathbf{x}, z, \mathbf{Q}, \boldsymbol{\varepsilon}; \beta) - \lambda] = 0 \\ \mathbf{p}'\mathbf{x} + z &\leq y, \quad \lambda \geq 0, \quad \lambda[y - \mathbf{p}'\mathbf{x} - z] = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

En las condiciones de primer orden λ representa la utilidad marginal del ingreso. Dados los supuestos sobre la función de utilidad la restricción presupuestaria se satura y la condición de holgura del bien numerario se cumple en igualdad, de modo que las condiciones de primer orden se reducen a:

$$U_j \leq p_j U_z, \quad x_j \geq 0, \quad x_j[U_j - p_j U_z] = 0; \quad \forall j \quad (3)$$

Se asume que la utilidad marginal de las perturbaciones estocásticas son cero entre distintas alternativas y para la utilidad marginal del ingreso, es decir, $\partial U_j / \partial \varepsilon_k = \partial U_z / \partial \varepsilon_j = 0$. También se supone que la utilidad marginal de la propia perturbación estocástica es positiva, es decir, $\partial U_j / \partial \varepsilon_j > 0$. Definamos $g_j(\mathbf{x}, y, \mathbf{p}, \mathbf{Q}; \beta)$ la solución implícita a $U_j(\mathbf{x}, y - \mathbf{p}'\mathbf{x}, \mathbf{Q}, \varepsilon_j; \beta) - p_j[U_z(\mathbf{x}, y - \mathbf{p}'\mathbf{x}, \mathbf{Q}; \beta)] = 0$. Entonces se puede reescribir las condiciones de primer orden del siguiente modo:

$$\varepsilon_j \leq g_j(\mathbf{x}, y, \mathbf{p}, \mathbf{Q}; \beta), \quad x_j \geq 0, \quad x_j[\varepsilon_j - g_j(\mathbf{x}, y, \mathbf{p}, \mathbf{Q}; \beta)] = 0; \quad \forall j \quad (4)$$

Para construir la función de verosimilitud tómesese alguno de entre los 2^J posibles regímenes de satisfacción de las restricciones de no negatividad, sin pérdida de generalidad supongamos que el individuo consume las primeras r alternativas, es decir $x_j > 0$ si $j = \{1, \dots, r\}$ y $x_j = 0$ si $j = \{r+1, \dots, J\}$. Por la condición de holgura complementaria las r alternativas consumidas se sabe que la solución implícita será $\varepsilon_j = g_j(\mathbf{x}, y, \mathbf{p}, \mathbf{Q}; \beta)$, mientras que para las alternativas no consumidas $\varepsilon_j \leq g_j(\mathbf{x}, y, \mathbf{p}, \mathbf{Q}; \beta)$. Entonces supongamos una distribución

conjunta de los términos de perturbación estocástica $f_\varepsilon(\varepsilon)$ para construir la función de verosimilitud:

$$L = \int_{-\infty}^{g_{r+1}} \dots \int_{-\infty}^{g_J} f_\varepsilon(g_1, \dots, g_r, \varepsilon_{r+1}, \dots, \varepsilon_J) \times |Z_j| d\varepsilon_{r+1}, \dots, d\varepsilon_J \quad (5)$$

Donde $|Z_j|$ indica el valor absoluto del determinante del jacobiano de la transformación de ε a $(x_1, \dots, x_r, \varepsilon_{r+1}, \dots, \varepsilon_J)$.

4.2 Especificación de las preferencias y estrategia de estimación

En términos muy generales se asume que las preferencias son aditivamente separables en cada elemento x_j y z , entonces omitiendo otros argumentos la función de utilidad tendrá la siguiente forma:

$$U(\mathbf{x}, z) = \sum_{j=1}^J U_j(x_j) + U_z(z) \quad (6)$$

Una propiedad de este tipo de preferencias es que todos los bienes son sustitutos ajustados por la calidad. Otra de las propiedades importantes de este tipo de preferencias es que eliminan la posibilidad de existencia de bienes inferiores, mas aun, implica que la utilidad marginal en el consumo de un bien es independiente del nivel del consumo de cualquier otro bien. En términos particulares el sistema de demandas que se estima procede de la siguiente especificación de preferencias:

$$U(\mathbf{x}, \mathbf{Q}, z, \boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\varepsilon}) = \sum_{j=1}^J \frac{1}{\rho_j} \psi(\mathbf{s}, \mathbf{d}_j, \boldsymbol{\varepsilon}) \left(\varphi(\mathbf{q}_j) x_j + \theta_j \right)^{\rho_j} + \frac{1}{\rho_z} z^{\rho_z}$$

$$\ln \psi(\mathbf{s}, \mathbf{d}_j, \boldsymbol{\varepsilon}) = (\boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\varepsilon}_\delta)' \mathbf{s} + \boldsymbol{\varepsilon}_j$$

$$\ln \varphi(\mathbf{q}_j) = \boldsymbol{\gamma}' \mathbf{q}_j \quad (7)$$

En la estrategia de estimación los vectores \mathbf{s} y \mathbf{q}_j representan variables sociodemográficas y variables específicas de los sitios. La heterogeneidad individual no observada $\boldsymbol{\varepsilon}_\delta$ varía aleatoriamente entre los individuos, mientras que la heterogeneidad $\boldsymbol{\varepsilon}_j$ varía aleatoriamente entre alternativas. La especificación de coeficientes fijos asume que esta

variabilidad no observada es cero. Los parámetros por estimar son $\theta > 0$, $\rho < 1$; δ, γ . En esta especificación de preferencias la complementariedad débil se cumple para todos los valores de los parámetros. Al resolver el problema de maximización del consumidor se puede arribar a las j desigualdades débiles que deben cumplirse:

$$\varepsilon_j \leq -(\delta + \varepsilon_\delta)'s + \ln \frac{\rho_j}{\varphi(q_j)} + (\rho_z - 1)\ln(y - \mathbf{p}'\mathbf{x}) + (1 - \rho_j)\ln(\varphi(q_j)x_j + \theta_j) \quad \forall j(8)$$

La parte derecha de la desigualdad es $g_j(\varepsilon_\delta)$. Finalmente se asume que la heterogeneidad individual no observada se distribuye normal con desviación estándar σ_δ y media cero, mientras que la heterogeneidad de las alternativas se distribuye independientemente valor extremo tipo 1 con parámetro común μ . Entonces, la probabilidad incondicional de verosimilitud para observar \mathbf{x} se define como:

$$l(\mathbf{x}) = \int l(\mathbf{x}|\varepsilon_\delta)f(\varepsilon_\delta)d\varepsilon_\delta$$

donde la integral abarca el soporte de ε_δ y la probabilidad condicionada se define como:

$$l(\mathbf{x}|\varepsilon_\delta) = |Z_j| \prod_j [(exp(-g_j(\varepsilon_\delta)/\mu)/\mu)(1x_j > 0) \times exp(-exp(-g_j(\varepsilon_\delta)/\mu))] \quad (9)$$

4.2 Algoritmo para estimaciones de bienestar

Para resolver el problema se requiere encontrar el valor óptimo de ingreso que el individuo no dedica a alternativas de recreación, usando una bisección sobre el ingreso disponible y las condiciones de Kuhn Tucker se puede de terminar la cantidad optima, para ello se siguen los siguientes pasos:

1. Definamos $z_w^0 = 0$ y $z_u^0 = y$. Para la iteración i colocar $z_a^i = (z_w^{i-1} + z_u^{i-1})/2$
2. Condicional a z_a^i resolver para \mathbf{x}^i usando las condiciones en (2)
3. Usando la definición de z en (2) y \mathbf{x}^i , construir z^{i*}
4. Si $z^{i*} > z_a^i$, entonces $z_w^i = z_a^i$ y $z_u^i = z_u^{i-1}$. En caso contrario, $z_w^i = z_w^{i-1}$ y $z_u^i = z_a^i$

5. Iterar hasta que el nivel de significancia sea $c \geq |z_w^i - z_u^i|$ con c arbitrariamente pequeño.

Por la presencia de los componentes no observados ε_δ las estimaciones de bienestar como el excedente del consumidor y la variación compensatoria son variables aleatorias. Para ello se propone obtener la esperanza del excedente del consumidor y la variación compensatoria con una simulación eficiente de la heterogeneidad no observada. El proceso de simulación es acortado por las condiciones de Kuhn Tucker en (4) y (8) a lo que se añade un algoritmo recursivo para las extracciones de ε_δ y ε_j . El proceso se describe a continuación:

1. Para la secuencia inicial i se hace una simulación consistente de ε_δ con el algoritmo Metropolis-Hasting del cual se descartan los primeros T intentos.
2. Para cada t -ésima simulación posterior a los T descartes se realiza el algoritmo de resolución del problema del consumidor por bisección introduciendo los cambios en calidad o precio.
3. Resolver por las cantidades iniciales y finales de utilidad conseguidas y tomar la esperanza del excedente del consumidor o la variación compensatoria.

5 | Resultados y discusión

5.1 Parámetros estimados

Se estimaron modelos de coeficientes fijos y coeficientes aleatorios. El ajuste de verosimilitud es mayor en el de coeficientes aleatorios, además la significancia estadística, magnitud y sentido de los coeficientes es independiente de la especificación, no obstante, la especificación preferida es la de coeficientes aleatorios. Los coeficientes de atributos de calidad que resultan importantes y positivos en la valoración de los parques son: zoológico, museos, lago, instalaciones deportivas y área. El coeficiente de área es pequeño sobre todo por la asociación entre el mayor parque con el menor número de visitas (la Marquesa-Desierto 5800ha, 63 visitas). Respecto del nivel administrativo, tomando como referencia la administración privada, los usuarios prefieren la administración local y no prefieren la federal. No hay efectos significativos sobre la administración municipal. Es importante para las implicaciones de política pública que los parques de administración federal son los únicos que tienen coeficiente negativo, se trata de los parques la Marquesa-Desierto, Refinería y Cerro de la Estrella.

Con diferencia la atracción más importante para la visita fue el zoológico, otros estudios aplicados encuentran que las atracciones extra a un sitio también influyen fuertemente sobre las decisiones de la visita (Kuriyama, Hanemann, & Hilger, 2010; Von Haefen et al., 2004). También los museos y el lago artificial pueden considerarse atracciones

en sí mismas y son muy valoradas por los usuarios. Por otra parte, hay mucha dificultad para conseguir variables específicas de los parques que informen tanto de sus amenidades positivas como de las negativas. Las variables de administración, aunque pueden tener una valoración mixta no son necesariamente conocidas por los usuarios y consideradas a la hora de tomar sus decisiones. Se requiere más información sobre las amenidades negativas que influyen en la decisión recreativa, la literatura relacionada usa los niveles de contaminación y las percepciones de seguridad de los sitios (Phaneuf et al., 2000).

Sobre los coeficientes socioeconómicos observamos que tienen un efecto positivo sobre la recreación: pertenencia a clase media, presencia de niños o niñas en edad escolar, la escolaridad y el empleo informal. Los efectos negativos sobre la recreación proceden de las variables pertenencia a clase baja, edad, número de automóviles, género y empleo formal. Los efectos negativos son estadísticamente no significativos para género y empleo formal. El efecto negativo sobre la posesión de automóvil explica algo de la variabilidad en la elección y esto se relaciona con la proporción de dos terceras partes de los viajes que se realizan en transporte público. En términos generales puede esperarse que los usuarios más frecuentes sean jóvenes, no posean autos, vayan acompañados por niños/as en edad escolar y sean empleados informales, esto es comúnmente reportado en otros estudios sobre la parques urbanos (Bertram & Larondelle, 2017; Hanauer & Reid, 2017; Martinez-Cruz & Sainz-Santamaria, 2015). Los parámetros estimados para las variables socioeconómicas están en línea con los encontrados en la literatura salvo por la no significancia estadística del coeficiente para la variable de género que además tiene signo contraintuitivo. La pertenencia a clase media y la presencia de niños o niñas en edad escolar son los factores más importantes. La escolaridad, aunque tiene el signo más frecuentemente reportado en la literatura (Lindsey, Man, Payton, & Dickson, 2004; Lockwood & Tracy, 1995), tienen el menor de los efectos. El resumen de los parámetros estimados se presenta en el cuadro 5.

CUADRO 5 PARÁMETROS DEL MODELO KUHN TUCKER

Parámetro	Coeficientes fijos	Coeficientes aleatorios	
		Media	Desviación
Log-verosimilitud	-3447.6211	-3443.83	
Índice Ψ_i			
Constante	-3.9535(-19.3901)	-6.8521(-13.9346)	-----
Edad	-0.4315(-2.5655)	-0.3868(-2.5938)	0.1035(3.5843)
D_Mujer	-0.1560(-0.6934)	-0.1444(-0.6432)	.0431(0.7600)
Escolaridad	0.0971(3.4667)	0.1274(3.6779)	0.0201(3.8080)
D_Empleo formal	-0.0005(-0.0832)	-0.0018(-0.2620)	0.0068(0.257)
D_Empleo informal	0.1356(0.7733)	0.1472(0.6409)	0.1159(0.8487)
Auto	-0.2672(-1.1409)	-0.3014(-1.5663)	0.0980(0.7712)
D_Clase baja	-0.6569(-6.7004)	-0.4520(-6.4820)	0.0751(9.8769)
D_Clase media	0.9612(5.6092)	0.9368(5.4161)	0.0678(7.3340)
D_Niños	0.4431(1.8713)	0.4360(2.1003)	0.0421(2.2678)
Translación θ	3.6799(9.3494)	6.3010(14.2376)	
Atributos cualitativos ϕ			
Área	0.0726 (1.8438)	0.0758(1.9058)	
Administración federal	-0.0971(-3.4667)	-0.1189(3.5354)	
Administración local	0.4431(1.8713)	0.6478(2.2423)	
Administración municipal	-0.0043(-0.5655)	0.0058(0.8182)	
Zoológico	1.9612(5.6092)	1.9097(9.0582)	
Museo	0.7223(3.2077)	0.8701(4.1191)	
Lago	0.5149(2.8376)	0.3416(2.4934)	
Instalaciones deportivas	0.3014(3.9526)	0.3026(3.5056)	
Parámetro ρ	-0.7638(-3.4820)	-0.7456(-3.7602)	
Parámetro de escala de la distribución valor extremo 1 μ	0.8835(4.5107)	0.4920(5.4098)	

Nota: Entre paréntesis el estadístico t usando 500 extracciones de Halton

5.2 Análisis de bienestar

Los parámetros estimados con el modelo de Kuhn Tucker permiten hacer análisis de bienestar. Se propone analizar los siguientes escenarios de cambio:

- Cobro de cuota de entrada de \$15 pesos en Bosque de Chapultepec y Bosque de Aragón
- Cerrar definitivamente el parque Bicentenario Refinería

El primer escenario involucra un cambio en precios mientras que el segundo involucra un cambio en la disponibilidad. Respecto al cambio en precios es imposible distinguir que parte del costo de viaje recibe el impacto exógeno. Estas dos políticas son relevantes para el contexto ante los planes de inversión y reacondicionamiento que se están llevando a cabo actualmente en Chapultepec y Aragón, también sirven para poner en contexto las posibles pérdidas asociadas por la clausura del parque Refinería en favor de usos inmobiliarios del suelo.

El manejo de los parques urbanos considerados, con excepción de Dinamos, depende del presupuesto público del orden federal, local o municipal. En ciertos países y regiones hay impuestos a las ventas etiquetados para gastarse en el mantenimiento de los parques (Hanauer & Reid, 2017), pero no es el caso de la ZMVM. Otras estrategias para obtener recursos son la imposición de cuotas, muchos parques y áreas naturales protegidas contemplan la posibilidad de establecer cuotas de entrada. En 2018 se lanzó un plan de inversión conjunta entre el sector público y el privado para restaurar 274 hectáreas de la tercera sección del Bosque de Chapultepec con una inversión estimada de \$1500 millones de pesos, además, se calcula que durante el sexenio 2012-2018 se invirtieron \$1600 millones en mejorar las instalaciones de ambos parques (El Universal, 2018a). En el caso hipotético considerado del establecimiento de la cuota de entrada observamos una variación compensatoria promedio de \$75.67 pesos en el modelo de coeficientes aleatorios y \$68.16 para el modelo de coeficientes fijos. La afectación es considerable puesto que se trata de los parques más visitados.

El parque Refinería Bicentenario ocupa los terrenos remediados de la antigua Refinería 18 de Marzo que fue clausurada en 1991 por los impactos que generaba sobre la calidad del aire en los habitantes de la ciudad. Durante su operación se contaminó el suelo con hidrocarburos a distintos niveles de profundidad. Las labores de remediación iniciaron en 2006 después del periodo de estudios y concluyeron en 2008. Hacia 2010 se inauguró el parque ya con el sitio descontaminado por completo. La administración del parque quedó en

manos de la secretaría del medio ambiente del gobierno federal pero luego paso a ser propiedad de un organismo de desincorporación de bienes a mediados de 2018 (El Universal, 2018). En la política simulada encontramos que los individuos de la muestra tienen una variación compensatoria de \$60.34 pesos para el modelo con coeficientes aleatorios y de \$54.77 para el de coeficientes fijos. Los resultados de los escenarios de política se resumen en el cuadro 6.

CUADRO 6 ESTIMACIONES DE BIENESTAR PROMEDIO POR VISITANTE

Escenario de política	Modelo de coeficientes fijos	Coeficientes aleatorios
Cobrar cuota de entrada de \$15 pesos en Chapultepec y Aragón	-\$68.16(7.48)	-\$75.67(8.62)
Cerrar el parque Refinería Bicentenario	-\$54.77(3.67)	-\$60.34(2.91)

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Para el modelo de coeficientes fijos se emplearon 1000 simulaciones por observación. Para el modelo de coeficientes aleatorios se generaron 2000 simulaciones por observación y se descartaron las primeras 1000 tomándose para las estimaciones la décima observación de las sucesivas.

De acuerdo con la EOD de en la ZMVM hay 19.8 millones de habitantes mayores de 6 años. La encuesta sobre movilidad de Parametría (2016) tiene representatividad sobre la ZMVM por lo que basta recalcular los estimados en el escenario de política para tener números agregados. Entonces la variación compensatoria anual por la pérdida del parque Refinería Bicentenario sería de entre \$1084 a \$1194 millones de pesos por año. Para la política de imposición de cuota de entrada de \$15 pesos para el Bosque de Chapultepec y Aragón se tiene una pérdida de bienestar de entre \$1349 a \$1498 millones de pesos por año. Se estima que anualmente Chapultepec recibe 17 millones de visitantes y Aragón 7.3 (si descartamos el valor extremo de 204 visitas) por lo que la cuota superior de recaudación de estas políticas estaría en 255 millones y 110 millones respectivamente.

5.3 Excedente del consumidor

El cálculo de excedente de consumidor por visita también es independiente del modelo elegido. Tiende a ser algo mayor para los parques de valoración inferior en el caso del modelo con coeficientes fijos, mientras que el modelo de coeficientes aleatorios da resultados mayores para los parques más valorados. El parque más valorado por visita es Bosque de Chapultepec con \$227.23 pesos por visita seguido de Bosque de Aragón con

\$104.09, ambos bosques cuentan con todas las amenidades y la diferencia principal es la extensión de Aragón que es de una tercera parte de la de Chapultepec, no obstante, el coeficiente de área no es de los más importantes ni tan estadísticamente significativo. La diferencia debe radicar en factores no observables pues también tienen costos de viaje similares, aunque usos distintos, uno para pasear y otro para hacer deporte.

El siguiente grupo de parques de valoración media ofrecen un excedente del consumidor de entre \$50 y \$100 pesos por visita. Aquí hay que nombrar a Refinería con \$73.47, Naucalli con \$55.72 y Xochimilco-Cuemanco con \$53.34. El parque Refinería y el de Xochimilco-Cuemanco tienen todas las amenidades posibles excepto zoológico y se diferencian por la extensión y localización. Xochimilco-Cuemanco tiene un área seis veces mayor que Refinería, pero también tiene un costo de viaje 30% más alto. El parque Naucalli solamente tiene instalaciones deportivas y es uno de los más pequeños y de los más caros para visitar. Su uso es diversificado y la distancia entre las estimaciones por coeficientes fijos y aleatorios hace pensar que tiene características no observables de atractivo entre los usuarios que le hacen formar parte del grupo de valoración media.

Finalmente se tiene el grupo de parques con valoración inferior que ofrecen excedentes de entre \$30 y \$5 pesos por visita. Este grupo está integrado por Bosque de Tlalpan \$25.87, Bosque de Tláhuac \$14.32, Dinamos \$7.51, Cerro de la Estrella \$5.65 y la Marquesa-Desierto \$5.09. Este grupo se integra por parques que carecen de dos o más amenidades y por parques que tienen costos de viaje superiores al promedio.

El caso de Dinamos está en línea con lo reportado en (Martínez-Cruz & Sainz-Santamaría, 2015) que encuentra que hasta un 80% de los usuarios reciben de \$0 a \$16 pesos (con paridad de poder de compra) que en nuestro caso sería de baja valoración, además resulta evidente que esta muestra representativa de la ZMVM difícilmente podría captar a la clase de usuarios frecuentes que reciben \$48 pesos por visita y que entraría en categoría de valoración intermedia. Por el contrario, los resultados de la Marquesa-Desierto de los leones no concuerdan con los reportados en (Martínez-Cruz & Sainz-Santamaría, 2015), ellos encuentran que el excedente por visita sería de \$264 a \$96 pesos por visita que en nuestro rango sería un parque de alta valoración. Esto se debe a que la base de datos que se utilizó aquí combina en un parque las alternativas de La Marquesa y el Desierto de los Leones en

una sola y en el estudio de referencia se valora por separado únicamente el Desierto de los Leones. Este efecto, sin embargo, sería esperable que redujera aún mas la valoración del parque pues reduciría el número de visitas. La explicación mas factible para la diferencia es la estratificación endógena. En la muestra del estudio de referencia los visitantes arriban al Desierto de los Leones en promedio 8.12 veces por año mientras que en la base de datos usada aquí el promedio de los visitantes condicionado a realizar cuando menos una visita fue de 2.73. Otra diferencia sustancial es respecto al costo de viaje calculado que en promedio en el estudio de referencia fue de \$38.35 pesos mientras que en nuestra base de datos fue de \$177.4.

Si utilizamos la representatividad de la muestra para la población de la ZMVM se obtiene un estimado de viajes para Chapultepec de 16.04 millones de visitas con un valor de uso promedio de \$3645 millones de pesos. El Bosque de Aragón tendría un valor de uso recreativo de \$1462 millones de pesos. El parque Bicentenario tendría un valor de \$393 millones de pesos y se contrasta en la simulación una compensación por su cierre completo de 3 veces el excedente generado anualmente. El parque Xochimilco-Cuemanco tendría una valoración de \$338 millones de pesos, el parque Naucalli se valora en \$242 millones de pesos. En los parques de valoración baja están Tlalpan (\$82 millones de pesos), Tláhuac (\$42.5), Dinamos (\$31.2), Cero de la Estrella (\$25.7) y la Marquesa-Desierto(\$6). Para fines comparativos en el estudio de (Flores-Xolocotzi, González-Guillén, & de los Santos-Posadas, 2010) se estima que el parque hundido tiene un valor de \$340 millones de pesos. La estimación proviene de un ejercicio de valoración contingente con pregunta en formato abierto y no es directamente comparable. El resumen de las valoraciones se presenta en el cuadro 7.

CUADRO 7 ESTIMACIONES DE BIENESTAR PROMEDIO POR PARQUE

Parque	Visitas estimadas (millones)	Excedente del consumidor (pesos)	
		Coefficientes fijos	Coefficientes aleatorios
Bosque de Aragón	14.05	134.05(13.89)	104.09(15.67)
Bosque de Chapultepec	16.04	207.78(13.45)	227.23(12.35)
Bosque de Tláhuac	2.97	19.27(5.45)	14.32(4.50)
Bosque de Tlalpan	3.17	24.06(3.59)	25.87(5.04)
Dínamos	4.16	10.43(2.04)	7.51(1.27)
La Marquesa-Desierto	1.19	10.87(4.72)	5.09(3.08)
Parque Bicentenario Refinería	5.35	86.75(12.40)	73.47(14.56)
Xochimilco-Cuemanco	6.34	50.72(7.89)	53.34(12.36)
Cerro de la Estrella	4.55	3.06(2.36)	5.65(3.42)
Parque Naucalli	4.35	43.18(9.03)	55.72(11.25)

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. Para el modelo de coeficientes fijos se emplearon 1000 simulaciones por observación. Para el modelo de coeficientes aleatorios se generaron 2000 simulaciones por observación y se descartaron las primeras 1000 tomándose para las estimaciones la décima observación de las sucesivas.

6 | Conclusión

En contextos urbanos en los cuales las inversiones de tiempo y recursos por parte de los usuarios para la visita de parques urbanos son considerables se puede utilizar la metodología del costo de viaje para inferir la demanda recreativa. En la base de datos se observa para la ZMVM un promedio de costo de viaje de \$127 pesos variando desde el mínimo promedio de \$86 pesos para visitar el Bosque de Aragón a un máximo promedio de \$268 pesos para visitar La Marquesa-Desierto de los Leones. El tiempo promedio involucrado en las visitas es de 73 minutos y varía de un máximo promedio de 111 minutos para visitar los Dinamos a un mínimo promedio de 46 minutos para visitar el parque Naucalli.

Una característica particular de la demanda recreativa de parques urbanos es la alta frecuencia de soluciones de esquina, además, se observa la asiduidad con que los usuarios visitan los sitios que ya conocen. En la base de datos se observa que 534 entrevistados no visitaron una sola de las alternativas, 302 visitaron un parque, 113 visitaron dos parques y solamente 10 individuos visitaron 3 parques. Por otra parte, hay individuos que durante el año visitaron un parque más de una vez, algunos una vez al trimestre, unos con una frecuencia de una vez por mes y un individuo efectuó visitas cada tercer día al Bosque de Aragón para practicar un deporte.

Los parques urbanos se distinguen por algunas características invariantes respecto de los individuos pero que son fundamentales para la decisión de visitarlos. En la base de datos se observa que el parque más grande es la Marquesa-Desierto de los Leones con más de 5 mil hectáreas, mientras que el más pequeño es el parque Naucalli con 45 hectáreas, por otro lado, el parque más visitado es Chapultepec que cuenta con 686 hectáreas. Otra característica

importante son las amenidades de los parques, en este caso consideramos los parques que cuentan con lago artificial, zoológico y museos. También es importante considerar como proxy de calidad el nivel administrativo responsable del parque y en este caso se distingue el nivel privado, municipal, local y federal.

Por si fuera poco, las características sociales observables de la población inciden sobre las decisiones que toman y en particular para los parques es importante el ingreso, la edad, el género, la escolaridad, la presencia de hijos en edad escolar, las actividades realizadas en el sitio y la ocupación de los individuos. En la base de datos se aprecia que la edad promedio es 49 años, el ingreso es de \$5 690 pesos, la escolaridad promedio es de 10 años, el 34% de los entrevistados era mujer, el 39% tenía hijos en edad escolar y el 43% eran empleados formales. Respecto de las actividades efectuadas en los sitios se observa una alta frecuencia de actividades de paseo en todos los parques, aunque también se destacan hacer deporte en Aragón, Dinamos y Tláhuac, andar en bicicleta en Tláhuac y Bicentenario, y correr en Xochimilco-Cuemanco y Tlalpan. Para las variables sociales encontramos un efecto positivo sobre la demanda a menor edad, a la presencia de hijos en edad escolar, a mayor escolaridad. Efectos no concluyentes sobre género y ocupación.

Con la metodología de costo de viaje se aprovecha al máximo la variabilidad entre costo de viaje y visita de los parques. Con la especificación de Kuhn Tucker tanto los individuos que no visitaron ningún parque como aquellos que visitan algún sitio o varios de ellos con frecuencias distintas aportan información sobre la forma en que las características socioeconómicas individuales y las cualidades de los sitios inciden en la formación del equilibrio.

Se encontró que hay parques de valoración alta como Chapultepec (\$227 pesos por visita) y Aragón (\$104). Ambos parques cuentan con todas las amenidades consideradas y son comparables en cuanto a dimensiones, la diferencia principal es que el bosque de Aragón tiene ventaja comparativa en la práctica de deportes mientras que Chapultepec en los paseos. Los dos parques son manejados a nivel local y cuentan con una buena tradición. Una siguiente categoría de parques de valoración intermedia tiene como exponentes al parque Bicentenario Refinería (\$73 pesos por visita), parque Naucalli (\$55) y Xochimilco-Cuemanco (\$53). Los parques de valoración intermedia son más heterogéneos porque incluyen a los dos mas

pequeños con uno de tamaño intermedio. En el caso de Refinería es un parque que tiene todas las amenidades consideradas excepto zoológico y difiere respecto de los de alta valoración solo porque tiene apenas un décimo de la extensión, además es un parque que tiene diversificada su oferta y es importante para hacer deporte y andar en bicicleta. También el parque de Xochimilco-Cuemanco cuenta con todas las amenidades excepto zoológico y tiene una extensión de la mitad de los parques de alta valoración, además, se trata del parque mas importante para practicar la actividad de correr. El parque Naucalli es pequeño y no cuenta con ninguna de las amenidades consideradas.

Los parques de valoración baja son aún más heterogéneos e incluyen a Tlalpan (\$25 pesos por visitas), Tláhuac (\$14), Dinamos (\$7), Marquesa-Desierto (\$5), Cerro de la Estrella (\$5). Estos parques están localizados a mayores distancias e involucran mayores costos al mismo tiempo que tienen menor número de amenidades. Sin embargo, incluyen al parque más grande la Marquesa-Desierto de los Leones con más de 5 mil hectáreas.

En la simulación se propone un cambio de precios para los parques Aragón y Chapultepec de \$15 pesos encontrándose un cambio en el bienestar de \$75, lo que da idea de cómo los habitantes de la ZMVM pueden responder ante una incorporación de tarifas de entrada. Otra política propuesta consiste en cerrar por completo el parque Refinería Bicentenario encontrándose una variación compensatoria de \$1200 millones de pesos que es la compensación anual necesaria que mantendría indiferente a los habitantes de la ZMVM ante la pérdida de ese sitio.

Esta simulación de política y los estimados de excedente del consumidor pueden ser de utilidad para que los tomadores de decisión y formuladores de política pública en materia ambiental y de uso de suelo justifiquen nuevos mecanismos de financiamiento de los parques o defiendan la asignación de presupuestos para mantener los parques dentro de su actual uso y rechazar las propuestas para desarrollar proyectos inmobiliarios en su lugar.

Para investigaciones posteriores se sugiere explorar la segmentación endógena y exógena de usuarios para encontrar distintos grupos y establecer el efecto diferenciado de las simulaciones de política. Una extensión natural si se acompaña de colección de datos panel sería un modelo dinámico dentro del mismo marco de la maximización de Kuhn Tucker.

Bibliografía

- Bertram, C., & Larondelle, N. (2017). Going to the Woods Is Going Home: Recreational Benefits of a Larger Urban Forest Site — A Travel Cost Analysis for Berlin, Germany. *Ecological Economics*, 132, 255–263. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.10.017>
- Bhat, C. R. (2008). The multiple discrete-continuous extreme value (MDCEV) model : Role of utility function parameters , identification considerations , and model extensions, *Transportation Research Part B: Methodological* 42, 274–303. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2007.06.002>
- Brander, L. M., & Koetse, M. J. (2011). The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results. *Journal of Environmental Management*, 92(10), 2763–2773. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.019>
- Chaudhry, P. & Tewari, V. P. (2009) Managing urban parks and gardens in developing countries: A case study from an Indian city. *International Journal of Leisure and Tourism Marketing* 1(3) 248-256
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003>
- Dunnett, N., Swanwick, C., & Woolley, H. (2002). Improving Urban Parks, Play Areas and Green Spaces. *University of Sheffield, Department of Transport, London*. Urban Research Report
- Dwyer, J. F., Peterson, G. L. Darragh, A. (1983). Estimating the value of urban forests using the travel cost method. *Journal of Arboriculture* 9(7): 182-185
- Englin, J., & Shonkwiler, J. S. (1995). Estimating Social Welfare Using Count Data Models : An Application to Long-Run Recreation Demand Under Conditions of Endogenous Stratification and Truncation. *The Review of Economics and Statistics*, 77(1), 104–112.
- Fausold, C. J., & Lilieholm, R. J. (1996). The Economic Value of Open Space : A Review and Synthesis. *Environmental Management*, 23(3): 307-320.
- Flores-Xolocotzi, R., González-Guillén, M. D. J., & de los Santos-Posadas, H. M. (2010). Valoración económica del servicio recreativo del parque Hundido de la Ciudad de México. *Región y Sociedad*, 22(47), 123–144. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252010000100006
- Freeman, M. (2005) The Measurement of Environmental Resource Values: Theory and Methods. *Resources for the Future Press*.
- Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235–245. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Guzmán, A., Lozano, A., & Miranda, M. (2018). Herramienta para búsquedas de proposito de viaje, duración de viaje, sexo del viajero y origen y destino del viaje. *Instituto de Ingeniería UNAM*.
- Haab, T. C., & McConnell, K. E. (2002). Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-Market Valuation. *Edward Elgar Publishing*, Northampton. <http://dx.doi.org/10.4337/9781843765431>
- Hanauer, M. M., & Reid, J. (2017). Valuing urban open space using the travel-cost method and the implications of measurement error. *Journal of Environmental Management*, 198, 50–65. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2017.05.005>
- Harnik, P., & Welle, B. (2009). MEasuring the Economic Value of a City Park System. *The Trust for Public Land*.

- Herriges, J. A., Phaneuf, D. J., & Tobias, J. L. (2008). Estimating demand systems when outcomes are correlated counts *Journal of Econometrics*, 147(2), 282–298. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2008.09.026>
- Iamtrakul, P., Hokao, K., & Teknomo, K. (2005). Public park valuation using travel cost method. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 1249–1264. <https://doi.org/10.2307/3315407>
- Jim, C., & Chen, W. (2006). Recreation-Amenity Use and Contingent Valuation of Urban Greenspaces in Guangzhou, China, *Landscape and Urban Planning*, 75, 81-96.
- Konijnendijk, C. C. (2013). Benefits of Urban Parks A systematic review *Research Report for IFPRA*, Copenhagen.
- Kuriyama, K., Hanemann, W. M., & Hilger, J. R. (2010). A latent segmentation approach to a Kuhn-Tucker model: An application to recreation demand. *Journal of Environmental Economics and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2010.05.005>
- LaFrance, J. T., & Hanemann, W. M. (2006). The Dual Structure of Incomplete Demand Systems. *American Journal of Agricultural Economics*, 71(2), 262. <https://doi.org/10.2307/1241583>
- Lee, L. F. & Pitt, M. (1986). Microeconomic demand systems with binding non-negativity constraints: The dual approach, *Econometrica* 54,1237-1242.
- Lindsey, G., Man, J., Payton, S., & Dickson, K. (2004). Property Values, Recreation Values, and Urban Greenways. *Journal of Park and Recreation Administration*, 22(3), 69–90. <https://doi.org/10.1080/01944360308976304>
- Lloyd-Smith, P. (2018). A new approach to calculating welfare measures in Kuhn-Tucker demand models. *Journal of Choice Modelling*, 26, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.jocm.2017.12.002>
- Lockwood, M., & Tracy, K. (1995). Nonmarket economic valuation of an urban recreation park. *Journal of Leisure Research*, 27(2), 155–155. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/17506200710779521>
- Martinez-Cruz, A. L., & Sainz-Santamaria, J. (2015). Recreational value of two peri-urban forests in Mexico City, *El Trimestre Económico* (117), 1–26. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3690.5446>
- McConnell, K. E. (1985). The economics of outdoor recreation. *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, 2(C), 677–722. [https://doi.org/10.1016/S1573-4439\(85\)80022-1](https://doi.org/10.1016/S1573-4439(85)80022-1)
- McFadden, D., & Train, K. (2017). Contingent Valuation of Environmental Goods A Comprehensive Critique. *Edward Elgar Publishing*
- Nicita, L., Signorello, G., & De Salvo, M. (2016). Applying the Kuhn–Tucker model to estimate the value of recreational ecosystem services in Sicily. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(7), 1225–1237. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1064365>
- Ozuna, T., & Gomez, I. A. (1994). Estimating a System of Recreation Demand Functions Using a Seemingly Unrelated Poisson Regression Approach. *The Review of Economics and Statistics*, 76(2), 356–360. <https://doi.org/10.2307/2109892>
- Parametría (2016). Encuesta sobre movilidad. Zona Metropolitana del valle de México. Noviembre-Diciembre 2016
- Parsons, G. (2003) The travel cost model. In Champ, P., Boyle, K., & Brown, T. A Primer in Nonmarket Valuation, *Springer*.
- Parson, G., Jakus, P. M., & Tomasi, T. (1999). A Comparison of Welfare Estimates from Four Models for Linking Seasonal Recreational Trips to Multinomial Logit Models of Site Choice. *Journal of Environmental Economics and Management* 38(2): 143-157

- Phaneuf, D. J., Kling, C. L., & Herriges, J. A. (2000). Estimation and welfare calculations in a generalized corner solution model with an application to recreation demand. *Review of Economics and Statistics*, 82(1), 83–92. <https://doi.org/10.1162/003465300558650>
- Phaneuf, D. J., & Smith, V. K. (2005). Recreation Demand Models. In Arrow & Intrilligator. *Handbook of environmental economics 2*: 671-761. Elsevier
- Seto, K. C., Fragkias, M., & Gu, B. (2011). A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion, *PlosOne* 6(8). <https://doi.org/10.1371/Citation>
- Tempesta, T. (2015). Benefits and costs of urban parks: a review. *Aestimum*, 67, 127–143. <https://doi.org/10.13128/Aestimum-17943>
- Timmins, C., & Murdoch, J. (2007). A revealed preference approach to the measurement of congestion in travel cost models, *Journal of Environmental Economics and Management* 53(2), 230–249. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2006.08.002>
- Timmins, C., & Schlenker, W. (2011). Reduced-Form Versus Structural Modeling in Environmental and Resource Economics. *Annual Review of Resource Economics*, 1: 351-380. <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.050708.144119>
- Train, K. (1998). Recreation Demand Models with Taste Differences over People, *Land Economics* 74(2): 230-239
- Vecchiato, D., & Tempesta, T. (2013). Valuing the benefits of an afforestation project in a peri-urban area with choice experiments, *Forest Policy and Economics* 26, 111-120
- Von Haefen, R. H., Phaneuf, D. J., & Parsons, G. R. (2004). Estimation and Welfare Analysis With Large Demand Systems. *Journal of Business and Economic Statistics*, 22(2), 194–205. <https://doi.org/10.1198/073500104000000082>
- Wales, T. J., & Woodland, A. D. (1983). Estimation of consumer demand systems with binding non-negativity constraints. *Journal of Econometrics*, 21(3), 263–285. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(83\)90046-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(83)90046-5)

Notas de Periódico

- El Universal, 2018. Parque Bicentenario. 13/08/2018 <https://www.eluniversal.com.mx/columna/jose-luis-luege-tamargo/metropoli/parque-bicentenario>
- El Universal, 2018a. Invierten mil 500 mdp en rehabilitación de tercera sección de Chapultepec. 12/03/2018 <https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/cdmx/invierten-15-mdp-en-rehabilitacion-de-tercera-seccion-de-chapultepec>
- Excelsior, 2019. Proyecto en Chapultepec, más grande que Central Park: Sheinbaum. 02/04/2019 <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/proyecto-en-chapultepec-mas-grande-que-central-park-sheinbaum/1305300>
- Milenio, 2019. Ven en Texcoco por el mayor parque urbano del mundo. 29/03/2019 <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/medioambiente/van-en-texcoco-por-el-mayor-parque-urbano-del-mundo>