

La interacción urbana

para estimar el valor del suelo en San Salvador*

Fecha de recepción: 23 de agosto de 2022 | Fecha de aprobación: 2 de noviembre de 2022 | Fecha de publicación: 15 de mayo de 2023

Rubén Gámez Zelaya

Universidad de Oriente San Miguel, El Salvador;
Universidad Internacional Iberoamericana,
México

Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-4465-7787>

arqgamez@yahoo.es

Helga Geovannini Acuña

Universidad Nacional Autónoma de México

Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-0345-9787>

Resumen En el mercado de los bienes raíces, para conocer el valor de los inmuebles es necesario realizar un análisis de los factores que, de acuerdo con las características propias y condiciones particulares de cada ubicación, son los que determinan dicho valor. Para ello se desarrolla un método novedoso de tasación inmobiliaria que involucra al factor de interacción urbana, el cual considera la ubicación del inmueble y su interacción contextual, es decir, la localización influenciada por la relatividad entre el valor del activo sujeto estudiado y el efecto que el contexto urbano tiene a su vez en este. Tras la realización de un estudio de mercado de una muestra representativa de inmuebles de la zona urbana de San Salvador, El Salvador, y la aplicación del factor de interacción urbana mediante el uso de un software de sistemas de información geográfica, se presenta un mapa del valor del suelo de la ciudad.

Palabras clave medio urbano, uso de la tierra, valor de la tierra, vivienda, zona urbana

* Este artículo es producto del trabajo de investigación: "La interacción urbana en el valor del suelo en proyectos de arquitectura y urbanismo en San Salvador" en desarrollo para optar al título en el Doctorado en Proyectos de la Universidad Internacional Iberoamericana con sede en México. Dirigida por la Dra. Helga Geovannini Acuña.

Urban Interaction

to Estimate Land Value in San Salvador

Abstract In the real estate market, in order to know the value of real estate, it is necessary to analyze the factors that, according to the characteristics and particular conditions of each location, determine such value. For this purpose, a novel method of real estate appraisal is developed that involves the urban interaction factor, which considers the location of the real estate and its contextual interaction, that is, the location influenced by the relativity between the value of the asset under study and the effect that the urban context has on it. After conducting a market study of a representative sample of real estate in the urban area of San Salvador, El Salvador, and the application of the urban interaction factor through the use of a geographic information systems software, a map of the land value of the city is presented.

Keywords urban environment, land use, land value, housing, urban area

A interação urbana

para estimar o valor do solo em San Salvador

Resumo No mercado dos bens imóveis, para conhecer o valor dos imóveis é preciso realizar uma análise dos fatores que, de acordo com as características próprias e condições particulares de cada local, são os que determinam o valor. Para tanto, foi desenvolvido um método inovador de avaliação imobiliária que envolve o fator de interação urbana, o qual considera a ubiquação do imóvel e sua interação contextual, ou seja, a localização influenciada pela relatividade entre o valor do ativo sujeito de estudo e, pela sua vez, o efeito que o contexto urbano tem nele. Após a realização de um estudo de mercado de uma amostra representativa de imóveis da zona urbana de San Salvador, El Salvador, e a aplicação do fator de interação urbana mediante o uso de um software de sistemas de informação geográfica, apresenta-se um mapa de valor do solo da cidade.

Palavras-chave ambiente urbano, uso da terra, valor da terra, habitação, zona urbana

Introducción

Los procesos transparentes en cualquier metodología son fundamentales para obtener resultados sin un sesgo en particular. La consecución de resultados cercanos a la realidad se logra aislando el proceso de las influencias para su manipulación, especialmente en aquellos mercados con poca o nula regulación, como es el de bienes raíces. En el presente estudio se pretende minimizar la subjetividad en el proceso de valuación inmobiliaria por medio de un procedimiento que lleve hacia un resultado en donde el valuador sea un facilitador en la aplicación del método y su influencia se limite a compartir sus experiencias adquiridas en campo, no sus expectativas.

En los mercados no regulados, como es el de bienes raíces en San Salvador, las negociaciones se efectúan a través de reglas discrecionales entre los entes que realizan las operaciones de compra-venta. Este estudio no pretende regular el mercado inmobiliario por medio de tablas de precios por zona, sino más bien establecer una interpretación de la salud operativa del mercado en la zona de estudio, y a partir de ella obtener los criterios técnicos aplicables al mercado activo de bienes raíces, para así determinar racionalmente una cuantía que comprenda la mayor cantidad de variables que componen el valor de mercado para un inmueble en una fecha determinada.

El valor que se le da a la vivienda en el sector inmobiliario ha estado comúnmente relacionado con la utilidad o satisfacción que cada una de las características del inmueble brinda a los habitantes. Lo importante aquí es que, aunque cada uno de los atributos de un bien raíz se puede identificar, finalmente se consideran en su totalidad, de una manera integral. Este es el punto focal de

la estimación econométrica de las funciones hedónicas desarrolladas por Rosen (1974), cuyos regresores son las características del bien comprado. Este método se ha utilizado en distintas ciudades de Latinoamérica, con el fin de conocer el valor de las viviendas urbanas.

En Colombia, como resultado de un estudio pionero, Lozano-Gracia y Anselin (2012) establecieron la importancia de los modelos hedónicos de precios de la vivienda para obtener una valoración automatizada de propiedades con fines predictivos y fiscales. Para ello analizaron datos de más de 14.000 propiedades residenciales de la Oficina de Catastro Bogotá, donde encontraron que las especificaciones que incluyen los submercados mejoran el comportamiento predictivo del modelo y que la incorporación de variables espaciales es superior, si se compara con la de modelos tradicionales de zonas homogéneas.

También en Bogotá, Perdomo (2010) llevó a cabo un estudio para estimar el cambio en el valor de las propiedades beneficiarias de la infraestructura del sistema de transporte tipo BRT (*bus rapid transit*) masivo TransMilenio, utilizando el modelo de precios hedónicos espaciales para conocer la diferencia entre el valor de los predios con y sin fácil acceso al mismo. Sus resultados indican que el valor promedio de las propiedades alejadas del TransMilenio es inferior en comparación con las cercanas al mismo. En consecuencia, el valor es favorecido si los predios urbanos se ubican cerca de un portal o estación del sistema.

Asimismo, en Bogotá, Revollo (2009) utilizó un modelo de precios hedónicos para determinar qué variables estructurales y del entorno afectan

el precio de la vivienda, enfocándose en la observación de las diferencias entre localidades pobres y ricas. El autor explica que, en cuanto a las variables estructurales, el tipo de vivienda y el área afectan positivamente al valor, pero si en ella hay, por ejemplo, materiales de mala calidad, el precio es afectado negativamente. En cuanto al entorno, si existe contaminación ambiental, hay una afectación negativa relativa al valor, en contraposición a la existencia de áreas verdes y del sistema de transporte TransMilenio, cuya presencia tiende a aumentar el nivel de los precios de los inmuebles.

De la misma manera, Ramírez Ospina y Valencia Giraldo (2013) realizaron una valoración hedónica a partir de variables estructurales y medioambientales relacionadas con la vivienda en Manizales, Colombia, con el fin de conocer su impacto en el valor de los predios y en el proceso de avalúo. Ellos encontraron que, “en promedio, las viviendas cercanas a las áreas de riesgo reducen el precio hasta un 11,46 %, el vivir cerca de una ladera lo afecta en un 37,41 % y el encontrarse en zona de tratamiento geotécnico hasta un 21,95 %” (p. 170). De la misma manera, afirmaron que “el índice de construcción afecta el avalúo de la vivienda en 58 % y la calidad de la vivienda incide en 75 %” (p. 170).

Además, en Barranquilla, Colombia, Ayola (2012) estudió el valor del suelo de los barrios entre 2001 y 2011, para lo cual empleó distintas variables que obtuvo de avalúos inmobiliarios, como por ejemplo el valor total comercial, el valor del metro cuadrado del área construida, el nivel socioeconómico y el avalúo comercial, entre otras. Tras la aplicación del modelo de regresión hedónica confirmó que los barrios ubicados al norte, asociados con áreas consideradas óptimas para la vivienda, industria y comercio, tienen mayor valor en comparación con los de las zonas sur, que presentan valores inferiores a los esperados vía la estimación.

En la ciudad de Santiago de Chile, Figueroa y Lever (1992) analizaron el precio de las viviendas urbanas utilizando el modelo de precios hedónicos para definir el impacto de ocho atributos intrínsecos: ubicación, superficie, número de habitaciones, densidad de construcción, uso de suelo, nivel socioeconómico, dependencia de servicios, cercanía con el área céntrica de la ciudad y densidad demográfica. Tras el análisis, encontraron que estas variables son sin duda indicadores óptimos y útiles para determinar el valor del mercado.

En Asunción, Paraguay, Figueroa (1993) presentó la estimación del valor de los conjuntos habitacionales pertenecientes al Programa de Viviendas Sociales mediante la aplicación del método de los precios hedónicos. Ello le permitió al Gobierno de Paraguay obtener los pronósticos sobre los precios de mercado para los dos tipos de soluciones habitacionales para la población, cuyos costos resultaron rentables.

El modelo de precios hedónicos se ha aplicado también con el fin de conocer el valor asociado con propiedades en renta. Por ejemplo, Stumpf y Torres (1997) llevaron a cabo una investigación para encontrar modelos estadísticos que expliquen cómo las propiedades de alquiler en Porto Alegre, Brasil, adquieren valor. La muestra consistió en 505 apartamentos ofertados en alquiler en julio de 1992. El análisis demostró que las condiciones de operación del mercado de bienes raíces pueden ser explicadas mediante la aplicación de un modelo de precios hedónicos.

En San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, municipio con una población de casi medio millón de habitantes, Fitch Osuna y colegas llevaron a cabo un estudio enfocado en la teoría de la formación espacial de valores inmobiliarios utilizando el método de precios hedónicos (Fitch Osuna et al., 2011). Tras realizar la modelación econométrica a partir de veintidós variables, concluyeron que solo nueve de ellas pueden explicar

con grado de significancia el cambio en el valor del suelo. Estas variables se relacionan con accesibilidad y transporte, externalidades ambientales, morfología espacial y características tanto sociales como económicas.

También en el estado de Nuevo León, Martínez Moreno y Sotelo Ahumada (2021) llevaron a cabo un estudio con el propósito de analizar la importancia de las áreas verdes para los habitantes la ciudad de Monterrey, utilizando el método de los precios hedónicos, destacándose que los habitantes dan gran importancia a una mejor calidad de vida, en donde se incluye la reducción del impacto ambiental y la mejora de las condiciones climáticas del entorno. Por ello, el 77 % de los participantes en el estudio manifestó estar de acuerdo con adecuar un espacio verde en su vivienda, lo que podría contribuir a su vez a que el valor de sus propiedades aumente en el mediano y largo plazo.

Como puede observarse, el modelo de precios hedónicos asociado con el valor de las viviendas ha sido empleado de manera exitosa en diversas ciudades de Latinoamérica, por lo que en este estudio se pretende adaptarlo para conocer el valor del suelo en la ciudad de San Salvador.

Marco teórico

El diseño de la investigación se elaboró siguiendo el procedimiento ordinario de tasación inmobiliaria de acuerdo con el modelo de precios hedónicos, basado en la técnica de homologación de comparables para la obtención de factores de corrección de tasación, considerando las particularidades de cada registro o comparable. El modelo de precios hedónicos consiste en una regresión del precio de un bien generalmente heterogéneo, en función de un vector de sus características, con el fin de medir la contribución marginal de cada uno de sus atributos en el precio (Ridker y Henning, 1967; Rosen, 1974).

Por décadas, ha habido un gran interés por los modelos que consideran la interacción entre un agente económico con otros agentes heterogéneos del sistema. Estos agentes interactivos modelan distintas variables asociadas con la vivienda y buscan estimar si la magnitud de una variable de interés en un lugar determinado (por ejemplo, la presencia de un tugurio en una zona comercial) está determinada por los valores de la misma variable en otros lugares del sistema; si existe una dependencia, se denomina auto-correlación espacial (Anselin, 2003).

En el caso de la vivienda, el modelo es muy utilizado para construir índices de precios ajustados por la calidad de los inmuebles. Bajo este contexto, un modelo hedónico parte del supuesto de que una vivienda es un bien heterogéneo y puede valorarse por la utilidad que generan sus características, las cuales pueden ser de tipo estructural (como área, número de habitaciones, tipo de cocina) o de ubicación (como el barrio, las zonas comunes cercanas, el transporte público), entre otras. Además de esta técnica de homologación, en este estudio se consideran como parámetros a seguir el diseño experimental propio de una investigación cuantitativa (Hernández Sampieri et al., 2014) y las Normas Internacionales de Valuación (IVSC, 2020).

De manera tradicional, para calcular el valor inmobiliario se contabilizan diversos aspectos. Un ejemplo podría ser la ubicación respecto a la manzana, la relación de superficies con base en el principio de economía de escala, la infraestructura que abastece y drena dicho inmueble, el tipo de acceso y su rodaje o incluso el índice delincencial. Los factores para considerar que indican relevancia intrínseca en los activos son la superficie del predio, la posición dentro de la manzana, el fondo, la irregularidad de la forma, el tipo de vía que da acceso, los servicios a los cuales tiene derecho y el nivel de terraza.

En este sentido, el valor del terreno se obtiene calculando el producto de la superficie del predio y del valor unitario de suelo, aplicable de acuerdo con el área homogénea o banda de valor en donde se localiza el inmueble, y los factores de mérito o de demérito que sean atribuibles al predio activo sujeto de la valuación. El análisis se realiza conforme a la siguiente expresión (Laurent, 2007, p. 15):

$$VT = SP (VUS (FA \times Fu \times FFo \times Ftv \times Fs))$$

Donde:

VT = valor total del terreno

SP = superficie del predio

VUS = valor unitario de suelo

FA = factor área

Fu = factor mérito/demérito por posición dentro de la manzana

FFo = factor en demérito respecto seguridad del entorno

Ftv = factor tipo de vía

Fs = factor en demérito respecto a servicios

En torno a este modelo para el cálculo de zonas homogéneas, se propone aplicar además el factor de interacción urbana al consolidado catastral. Si a este listado de factores típicos en el cálculo de la corrección de valores de suelo se agrega un factor de corrección adicional a la fórmula típicamente ocupada para realizar la valuación (Laurent, 2007), tendremos que el análisis se realizará conforme a la siguiente expresión:

$$VT = SP (VUS (FA \times Fu \times FFo \times Ff \times Ftv \times Fs \times Fp \times Fint))$$

Donde:

Fint = factor de mérito o demérito por interacción urbana

En esta fórmula, el factor agregado es el de la interacción urbana, y por ende, la homologación se lleva a cabo mediante la estratificación de factores comparables con base en las características más significativas. Se hace la comparación operando ajustes (factores) necesarios, hasta obtener el valor corregido de cada comparable. Luego, como un factor de corrección se calcula la interacción

urbana, obteniendo un factor adicional que interviene el resultado de la homologación.

El instrumento para realizar la recolección de datos se ajusta a lo dispuesto en la normativa vigente dictaminada por la Superintendencia del Sistema Financiero de El Salvador, norma NPB 4-42 numeral 2 y NRP 27, donde se describen los elementos a evaluar relativos al inmueble (BCR, 2021).

En resumen, se añade a la recolección de datos del entorno de inmueble el tipo de acceso, la infraestructura con que cuenta, la seguridad del entorno y la posición respecto a la manzana. Con respecto al inmueble se estudia la capacidad superficial y su ubicación georreferenciada. Cabe mencionar que el instrumento fue diseñado *ad hoc* para la presente investigación.

Para el cálculo del valor de un predio todas las relaciones de afectación, ya sea positivas (en incremento) o negativas (en detrimento), se resumen en el factor de interacción urbana. Este se representa en razón de las actividades de uso de suelo mixtas (habitacional-comercio) o dentro de radios urbanos en donde los patrones de densidad son considerados como áreas con localizaciones consolidadas.

En el estudio del desarrollo urbano de las ciudades, el comportamiento urbano del valor del suelo está arraigado a variables muy particulares de su localización; en este sentido, el análisis comprende, no solo la localización de forma aislada, sino además su interacción contextual. La localización, influenciada por la relatividad entre el valor (el activo sujeto estudiado) y el efecto que el entorno (contexto urbano) tiene a su vez en este, es generada por la simbiosis dinámica entre cada elemento de su composición.

Esta interrelación está articulada por los efectos relativos a su ubicación, que causan y modifican

las características compositivas de las particularidades relativas a cada una de estas, y a la localización (además de la localización hacia las características aludidas). Para su cálculo se utilizaron las herramientas de representación espacial en QGIS (QGIS.org, 2022), que es un software para manejo de sistemas de información geográfica, acordes al comportamiento de los valores de suelo en las áreas urbanas en estudio.

La estructura representada en planos urbanos mediante el software mostró la relación de dichos datos, la cual aparece condicionada por la fórmula de la interacción urbana, de autoría propia, donde tenemos que:

$$IAS = e^{(Dt-Ds) \cdot K}$$

Donde:

IAS = interacción entre A y S

e = constante de Euler

Dt = distancia del referente al nodo

Ds = distancia del activo sujeto al nodo

K = constante de relación

La fórmula presenta una función exponencial, conocida formalmente como la función real “ e^x ”, donde “e” es el número de Euler, cuyo valor es aproximadamente 2,71828 (Baldor, 2014). La constante es un número o constante de relación y su origen está constituido por la interacción del referente hacia el nodo (N) (Lynch, 2008) y desde este hasta el activo sujeto (S).

Se calcula una constante para cada población, ya que la homogeneidad de cada unidad urbana, identificada por su población (masa) y su comportamiento urbano (valor del suelo) medido en relación con la importancia relacional a los centros de interés, influye en la factorización del resultado relativo, dado en unidades métricas. La presente constante fue calculada por la relación de comportamiento de los valores de suelo para la ciudad capital salvadoreña. El software QGIS

facilita el cálculo de la constante de interacción que es determinante para el cálculo.

La aplicación de la fórmula de la interacción urbana resalta el atributo correspondiente a cada inmueble, ya sea a manera de apreciación o de mérito, dependiendo de la relación que este tenga con los nodos urbanos de valorización del bien raíz, evitando la homogenización del valor y creando la homologación del valor.

Metodología

Se eligió a la ciudad colonial de San Salvador, ubicada en la República de El Salvador, para aplicar la fórmula de la interacción urbana. Esta ciudad, fundada en 1546, cuenta con 316.090 habitantes y con una extensión territorial de 72,25 km² (7225 ha) en su área municipal (Alcaldía de San Salvador, 2022).

Sin embargo, el área urbana estudiada solo abarca 42,86 km² (4286 ha), ya que se excluyó la zona rural. Los cálculos para la superficie fueron realizados por medio del programa AutoCAD, siguiendo los parámetros de delimitación del Plan Municipal de Ordenamiento de San Salvador (Geoportal OPAMSS, 2019).

Se seleccionó una muestra de los inmuebles, considerando de manera inicial el muestreo por racimos (clústeres) definidos como “las unidades de muestreo/análisis que se encuentran encapsuladas o encerradas en determinados lugares físicos o geográficos” (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 182).

El número de parcelas varía entre cada cuadrante debido a las diferencias de superficie y forma. El promedio de parcelas por cuadrante corresponde a la relación de densidad de la zona homogénea. Las segregaciones no actualizadas en los cuadrantes serán una limitante para establecer la densidad real de un sector determinado.

Los racimos en este estudio corresponden con las parcelas que contienen los inmuebles. Se puede determinar que el área urbana de San Salvador, identificada en el mapa catastral con el código 0614, consta de 162 cuadrantes; cada cuadrante tiene alrededor de 30 ha y cuenta con un promedio de 225 parcelas (CNR, 2019), sumando un total de 36.450 parcelas. La muestra estadística, entendida como la cantidad representativa del grupo de inmuebles tras aplicar la fórmula de estimación de tamaño de muestra para la población, es de 380 inmuebles, con un margen de confianza del 95 % y un margen de error del 5 % (Hernández Sampieri et al., 2014). Para el cálculo del tamaño de la muestra con la cual se realizó el estudio se utilizó el software STATS, con el subprograma Tamaño de la Muestra (Sample Size Determination).

La localización geográfica es un factor de relevancia, ya que implica la ubicación del activo donde es posible que se venda o use y los entornos económico y regulatorio relativos también a su ubicación (IVSC, 2020). Los inmuebles se ubicaron al azar, mediante coordenadas geodésicas. Para ello se recurrió a hojas cartográficas y al mapa de cuadrante topográfico escaneado y georreferenciado a escala 1: 25.000 en formato digital (CNR, 2019). En la versión Beta del Geoport del Centro Nacional de Registros también se pudo visualizar información geográfica relevante, como el mapa oficial de la República de El Salvador y el mapa en relieve, ambos a escala 1: 200.000 (CNR, 2019).

La página web del Centro Nacional de Registros de El Salvador (CNR) contiene el geoportal, en el cual se encontraron los aspectos relevantes de información geográfica. Se tuvo también a disposición los servicios de mapas web (WMS), que pueden visualizarse a través de software avanzado de sistemas de información geográfica, ya sea libre o propietario, a partir del cual se pueden

construir otros mapas georreferenciados, según sea requerido. El CNR tiene un convenio con el Instituto Panamericano de Geografía e Historia, la Red Geoespacial de América Latina y el Caribe y el Environmental Systems Research Institute (ESRI), con el objeto de dar los primeros pasos para la creación de una infraestructura de datos espaciales en El Salvador, usando tecnología que involucra la publicación de datos geográficos desde la nube.

Además, se tuvo acceso a los WMS del Consorcio Geoespacial Abierto, el cual tiene como objetivo desarrollar, aprobar y mantener estándares para que sus mapas y el contenido geográfico relacionado estén disponibles y se puedan compartir a través de la web. Estos son servicios nativos de ArcGIS, que pueden consultarse con ArcGIS Explorer (de uso libre) o por medio del software de ESRI (CNR, 2019). En esta investigación se utilizó QGIS, de código abierto licenciado bajo GNU - General Public License.

La información geográfica generada en este estudio puede ser consultada, transferida, transformada, superpuesta, procesada y mostrada utilizando numerosas aplicaciones de software. Los resultados fueron subidos a www.construgamez.com, a cuyo administrador se agradece por permitir que este sitio resguarde y presente estos datos disponibles al público de manera gratuita.

Tras la consulta y análisis de la información cartográfica disponible se procedió a visitar cada uno de los inmuebles, a partir de los cuales se recabó la información necesaria para llevar a cabo el estudio de mercado inmobiliario en donde se registraron los siguientes datos (tabla 1), siguiendo la norma NRP-27 de la Superintendencia del Sistema Financiero de San Salvador (BCR, 2021):

Cabe mencionar que el procedimiento que rige el presente estudio se basó en la recolección de

Tabla 1. Información recabada en cada inmueble para realizar el estudio de mercado

Descripción general	Descripción particular
Del entorno	Dirección y ubicación exacta del inmueble, con distancias de este a centros urbanos y comerciales más cercanos.
	Condiciones y factibilidad de las vías de acceso.
	Servicios básicos públicos y privados como los siguientes: agua potable, energía eléctrica, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, telefonía fija, establecimientos de salud y otros aspectos relevantes.
Del terreno	Si es rústico o urbano; áreas estimadas: total, útil, restringida y protegida de ser el caso; áreas planas, semiplanas, onduladas y quebradas; morfología.
	Vocación del terreno y uso actual.
	Descripción de la vegetación existente, detalle de la producción agrícola o cualquier rendimiento que se obtenga de la propiedad.
	Calidad del suelo.
	Servidumbres, cercos, manantiales y otros aspectos relevantes.
De la infraestructura física del inmueble	Áreas totales, comunes y útiles, cuando proceda.
	Muros perimetrales; estacionamientos; sistema constructivo, acabados, incluyendo tipos de techos, pisos, paredes, puertas, ventanas, cielos rasos, losas y accesorios existentes.
	Condiciones de descarga y tratamiento de aguas negras, servidas, pluviales o residuos industriales.
	Uso actual y cualquier otro detalle que presente la infraestructura existente.
Riesgos naturales y físicos	Descripción del entorno ecológico, contaminación y posibles riesgos naturales o físicos y demás condiciones ambientales.
Riesgos fundamentados	Se deben revelar en el informe aquellos aspectos por los cuales se ha disminuido el valor del bien por riesgos debidamente fundamentados.
Valores	Cuadro de valores que conforman el informe de valúo.

Fuente: elaborada con base en BCR (2021)

datos de inmuebles del área urbana de San Salvador, los cuales se denominan como referentes. Estos referentes están agrupados en áreas homogéneas o clústeres, dadas por su origen de funciones del suelo, a lo largo de las vías desde el centro histórico hacia las afueras de la ciudad.

Además, se resaltaron los datos de importancia a través de los nodos urbanos que pudieron ser identificados en planos de comportamiento de datos o en perfiles de comportamiento relacional. Los nodos urbanos son focos estratégicos en donde se concentran determinadas características que resaltan y pueden ser puntos específicos de interés, pequeñas áreas, grandes manzanas e incluso barrios centrales (Lynch, 2008). Este tipo

de información genera la identificación de polos de desarrollo urbano. Cuando el inmueble objeto de análisis fue valuado se denominó al área homogénea como área de estudio del mercado inmobiliario. Esta comprendió la obtención de datos de las parcelas homólogas dentro del área definida que hace referencia análoga a los racimos o clústeres. Los valores de suelo fueron manejados en el sentido en que los cambios entre cada parcela y el cambio acumulado por la distancia fueron calculables, y su varianza se encontró dentro de los rangos tolerables de desviación. Se filtraron al menos tres referentes considerados homólogos (NRP 27, art. 28, literal a; BCR, 2021) al área del entorno del activo o clúster del sujeto a valorar.

Cabe mencionar que se descartaron referentes que no cumplieran con los criterios de homologación de valores, de acuerdo con parámetros como la variable económica. El valor de suelo reacciona a cualquier variable diferente y sería poco fiable conjugar razones distintas. Un ejemplo sería que no se deben homologar zonas con tasas impositivas diferentes o con cargas dispares, debido a que el valor de la tierra reacciona a dichas cargas y se ve reflejado en el resultado final (NRP 27, art. 28, literal a; BCR, 2021).

A continuación, se listan los criterios de mayor relevancia que fueron considerados para la obtención de valores homogéneos:

- › Los inmuebles fueron de preferencia medianeros.
- › La relación de frente fondo óptima fue 1:3.
- › El uso de suelo fue preferiblemente homogéneo.
- › Los inmuebles industriales fueron homologados entre sí.
- › La superficie del inmueble fue homogénea.
- › Se descartaron los lotes esquineros.
- › Las vías de circulación mayor se homologaron solo entre sí.
- › Los tugurios no se homologaron con lotes ordinarios.
- › Los inmuebles tuvieron cargas impositivas diferentes.
- › Se diferenciaron los inmuebles con régimen de tierra distinto.

Además, se detallan los factores a considerar para obtener los valores relativos a la aplicación de la fórmula. El primero es el *factor de área* (FA), que demerita a un inmueble cuando su superficie es mayor a la del área base homogénea de ubicación del inmueble analizado y que se determina mediante la siguiente expresión (Laurent, 2010, p. 40):

$$FA = 0,70 + ((AB / SP) \times 0,30) \text{ ó}$$

$$FA = 0,25 (AB / SP) + 0,75$$

Donde:

FA = factor de área

AB = superficie del predio comparable

SP = superficie del predio activo sujeto

0,25 = constante

0,75 = constante

El siguiente es el *factor de ubicación* (F_u). La guía técnica para la actualización de valores de terrenos por zonas homogéneas (ONT, 2014, p. 34) sugiere una clasificación de lotes por ubicación considerando los siguientes criterios:

- › Lote manzanero
- › Cabecero
- › Lote de dos frentes
- › Esquinero
- › Medianero
- › Lateral en pasaje
- › Lote de fondo

Tomando en cuenta este planteamiento, el lote tipo en la zona homogénea seleccionado es siempre un lote medianero (identificado con el número 5-E), por ser la condición más frecuente presente en las zonas urbanas.

En estas zonas encontraremos además áreas comerciales y residenciales dentro de núcleos urbanos; por ello, Laurent (2010, p. 40) plantea la aplicación de una constante k con un valor de -0,111 para el sector comercial y -0,02255 para el sector residencial. De esta manera el factor de la ubicación del inmueble está definido por la siguiente fórmula:

$$F_u = e^{(k^* (U_{lv}-5))}$$

Donde:

U_{lv} = ubicación del lote a valorar

5 = ubicación de lote tipo

k = constante de ubicación

Existen casos particulares con áreas mayores a la del lote tipo y cuya ubicación es menor a 5, que deben ser regularizadas mediante la fórmula del *factor de ubicación ajustada* (F_{UA}) (Laurent, 2010, p. 40).

$$F_{UA} = ((F_U - 1) * (A_{lt} / A_{lv})) + 1$$

Donde:

F_U = factor de ubicación

A_{lt} = área de lote tipo

A_{lv} = área de lote a valorar

Para evaluar la diferencia de seguridad, el *factor de seguridad del entorno* (F_{Fo}) sirve como un índice que califica a un terreno en cuanto a la distancia con lugares informales que deprecian la imagen urbana (Laurent, 2007). Se determina aplicando la siguiente expresión:

$$F_{Fo} = 0,60 + ((F_{oB} / F_o) * 0,40)$$

Donde:

F_{oB} = seguridad base

F_o = seguridad de predio

Asimismo, se considera el *factor de tipo de vía* (F_{tv}), clasificación que se hace en sentido decreciente, de modo que se estima que el tipo de vía 1 es cualitativamente superior a los demás, de acuerdo con los siguientes criterios (ONT, 2014, p. 35):

- › Vía 1: En los sectores más valiosos, con mayor desarrollo comercial.
- › Vía 2: En zonas con menor desarrollo, con características muy parecidas a la vía 1.
- › Vía 3: En zonas residenciales y de transición residencial-comercial, con características similares a las anteriores.
- › Vía 4: En sectores residenciales, industriales y agropecuarios. De lastre fino, permite circulación a todo tipo de vehículos.
- › Vía 5: De lastre mezclado con material grueso, tipo piedra de río o material arenoso principalmente, permite la circulación a todo tipo de vehículo.

- › Vía 6: De tierra, permite la circulación durante todo el año.
- › Vía 7: De tierra, permite la circulación durante la época seca.
- › Vía 8: Estas vías no permiten el paso a vehículos de cuatro ruedas, son solo para carretas, animales de carga y peatones. Se incluye la playa cuando es la única vía de acceso.
- › Vía 9: Angostas, servidumbre de paso.
- › Vía 10: Ríos, canales, esteros o mar (tipo fluvial, única vía de acceso).
- › Vía 11: Vía férrea, cuando es el único acceso al inmueble.

La fórmula es:

$$F_{tv} = e^{((V_{ft} - V_{fs}) * 0,0646)}$$

Donde:

V_{fs} = vía de inmueble a valorar

V_{ft} = vía de inmueble tipo

0,0646 = constante

Finalmente, el *factor para servicios* (F_{s1}) se aplica únicamente en terrenos urbanos con desarrollo lineal (morfología lineal) e incluye la presencia de acera y cordón (ONT, 2014, p. 40). La fórmula es:

$$F_{s1} = e^{((S_{1ls} - S_{1lt}) * 0,03)}$$

Donde:

S_{1ls} = clasificación de servicios 1 de lote activo sujeto

S_{1lt} = clasificación de servicios 1 del lote tipo

0,03 = constante

Se debe clasificar el lote a valorar utilizando las tablas 2 y 3.

Resultados

Tras la recopilación de la información de los inmuebles, se ingresó la información en una base de datos y en el programa AutoCAD. Para conocer el valor de los mismos se aplicó el factor de interacción urbana. Gracias al análisis de

Tabla 2. Clave para servicios 1

Acera	Cordón	Código
0	0	1
0	1	2
1	0	3
1	1	4

Fuente: ONT (2014, p. 40)

Tabla 3. Clave para servicios 2

Teléfono	Electricidad	Cañería	Código
0	0	0	1
0	0	0	2
1	0	0	3
0	1	0	4
0	0	1	5
1	0	0	6
0	1	0	7
0	0	1	8
1	1	0	9
1	0	1	10
0	1	1	11
1	1	0	12
1	0	1	13
0	1	1	14
1	1	1	15
1	1	1	16

Fuente: ONT (2014, p. 41)

la información mediante el programa QGIS es posible conocer estos valores de manera gráfica.

Con la información se creó una serie de mapas y recursos apegados a parámetros normales y normativos disponibles al público de manera gratuita en el sitio web www.construgamez.com, los cuales se describen a continuación (véase figura 1). Estas aplicaciones se encuentran alojadas en la web, por ello no necesitan de previa instalación y pueden ser vistas y digitadas en cualquier ordenador, *tablet* o teléfono inteligente con sistemas Mac, Linux o Windows.

Las aplicaciones se encuentran en tres pestañas: la primera es WEB SAN SALVADOR, que contiene un plano del área metropolitana de San Salvador. La segunda, denominada COTIZACION WEB, redirige a una aplicación simplificada, la cual relaciona los resultados de la representación de valores resultantes de la interacción urbana de

una manera más simple, pero igualmente efectiva. En la tercera pestaña, definida como AVALUOS WEB, se desarrolla un formulario profesional con el contenido necesario según la normativa nacional e internacional, para la ejecución de un avalúo completo de un inmueble ubicado en el área metropolitana de San Salvador.

En lo que refiere a valores de suelo, la pestaña WEB SAN SALVADOR contiene un plano del área metropolitana de San Salvador con una capa superpuesta con curvas de isovalor, así como los inmuebles de la muestra (figura 2). Los tonos más fríos representan valores de suelo de menor magnitud, que van desde los US \$50 hasta los US \$100; los tonos cálidos, que van desde los naranjas hasta el rojo intenso, representan los valores mayores, de hasta miles de dólares.

Para una cotización con resultados generales de los valores de una parcela específica se creó la

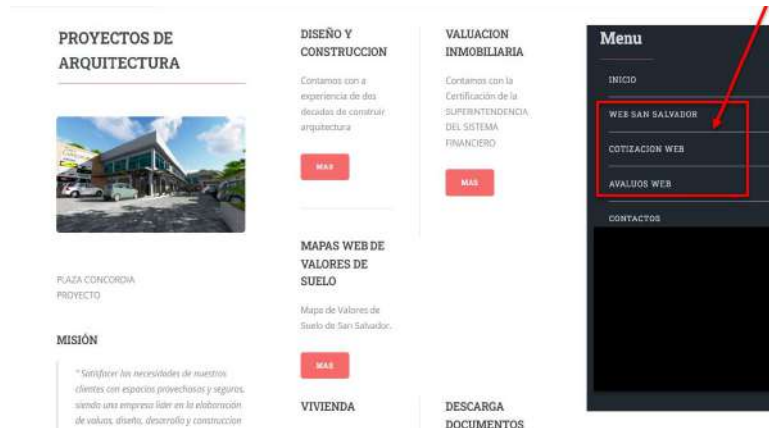


Figura 1. Página de inicio de aplicación web

Fuente: www.construgamez.com

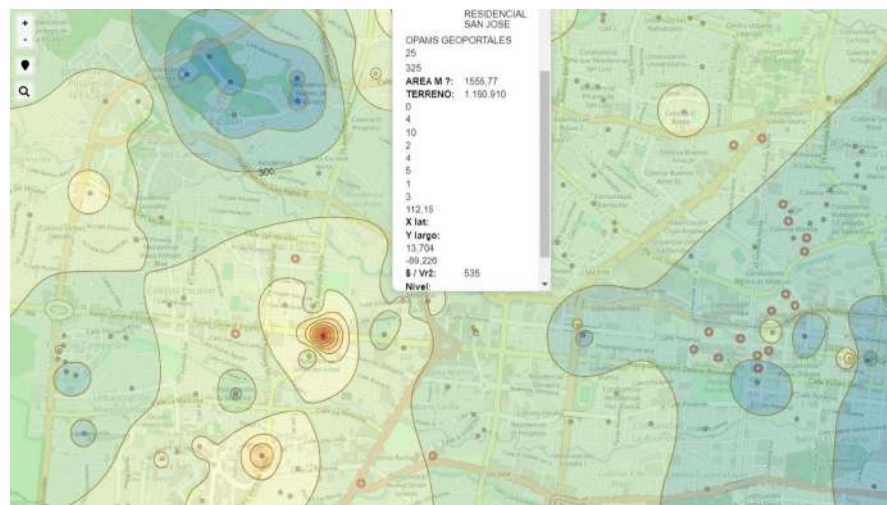


Figura 2. Portal de referencia de valores web de San Salvador

Fuente: www.construgamez.com

aplicación denominada COTIZACIÓN WEB, con la cual podemos obtener los resultados de la interacción urbana dentro de toda la superficie del área metropolitana de San Salvador (figura 3). Mediante la introducción de dos datos esenciales, como los son el área para valuar en metros cuadrados y las coordenadas geodésicas decimales, se pueden obtener aproximaciones al valor típico de la vara cuadrada en el sector.

El archivo digital con el resultado final de la valoración puede ser obtenido en formato .xls, y leído en cualquier ordenador Mac o Windows

con Office 365, descargado de forma directa al ordenador Windows con versiones de 2010 o más recientes; además, se puede imprimir de manera virtual en formato PDF.

En la pestaña AVALUO WEB se tiene acceso a la aplicación profesional, donde se pueden digitar los datos especiales y específicos del inmueble a valuar (figura 4).

Los datos necesarios para iniciar la alimentación del ordenador son: la ubicación, la coordenada georreferenciada del nodo urbano y la

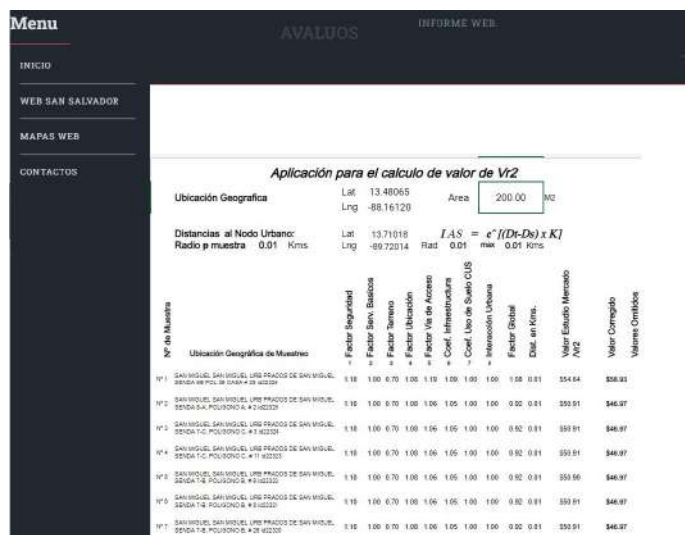


Figura 3. Aplicación COTIZACIÓN WEB

Fuente: www.construgamez.com

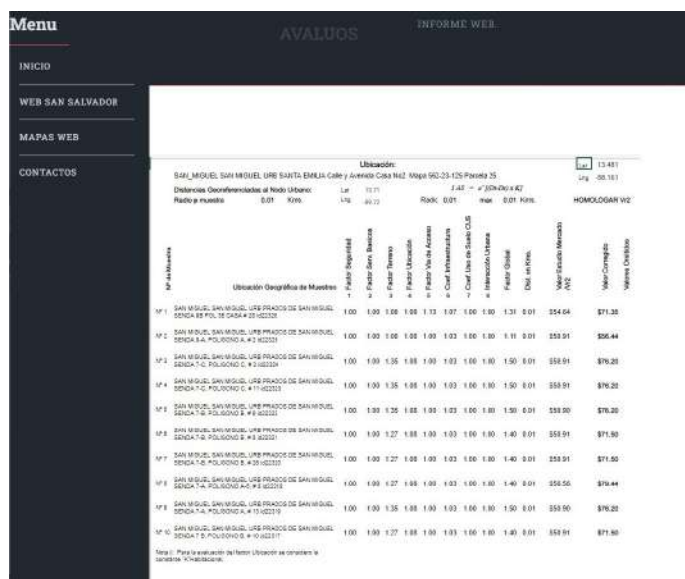


Figura 4. Aplicación del AVALÚO WEB para los inmuebles

Fuente: www.construgamez.com

coordenada georreferenciada del inmueble sujeto (figura 5). Las características principales del inmueble valuado incluyen: uso residencial, vía de acceso secundario y densidad media-residencial.

Se observa que los datos de *Radio muestra*, *Radio* y *Radio máximo correspondiente* son calculados por el programa de acuerdo con el radio

promedio de las muestras, el radio mínimo y el máximo, respectivamente.

Hasta ahora se ha expuesto cómo se puede obtener el valor a partir de la visualización de los datos particulares, en este caso dados a partir de los inmuebles. Con la información que se ha recabado y analizado es además posible ofrecer un

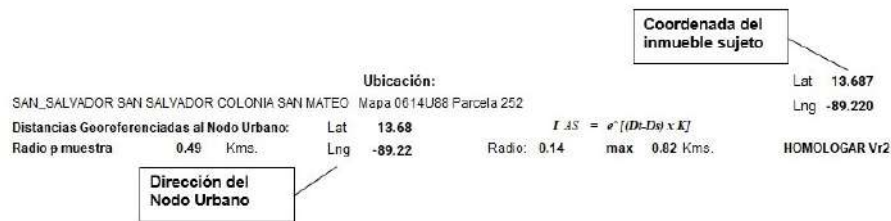


Figura 5. Introducción de datos

Fuente: www.construgamez.com

panorama general del valor del suelo en San Salvador (figura 6). Asimismo, la información agregada como un archivo .csv fue codificada por el software QGIS; de dicha operación se obtuvieron además los resultados gráficos del valor del suelo en San Salvador que se muestran en la figura 7.

Se aprecia con la eliminación de los referentes fuera del área homóloga que el coeficiente de variación de Pearson obtenido de la desviación estándar de los referentes es menor al 30 %.

En este mapa es posible apreciar el valor del suelo de San Salvador. Si visualizamos el área a manera de un triángulo invertido se observa que, hacia el noreste, este y sureste, así como en algunas secciones del norte y centro, se encuentran las áreas con menor valor. Hacia el centro y sur hay un área de transición y hacia el oeste y noroeste están las zonas con mayor valor, formando dos grupos bien definidos. Es interesante resaltar que el área del centro histórico ubicada al este tiene un valor medio y bajo en comparación con el área al oeste, que presenta la mayor valuación, en una

Nº de Muestra	Ubicación Geográfica de Muestra	Factor Seguridad	Factor Serv. Básicos	Factor Terreno	Factor Ubicación	Factor Via de Acceso	Coef. Infraestructura	Coef. Uso de Suelo CUS	Interacción Urbana	Factor Global	Dist. en Kms.	Valor Estudio Mercado /M2	Valor Corregido	Valores Omittidos
Nº1	SAN SALVADOR SAN SALVADOR COL SAN MATEO AVENIDA LA FLORESTA 450129	1.00	1.00	1.35	1.08	1.00	1.03	1.00	0.99	1.48	0.64	\$196.06	\$290.52	
Nº2	SAN SALVADOR SAN SALVADOR BOULEVARD LOS PROCERES 450745	1.00	1.00	1.35	1.08	0.87	0.98	1.00	0.98	1.23	0.69	\$511.57	\$627.10	
Nº3	SAN SALVADOR SAN SALVADOR REPARTO LOS PROCERES BOULEVARD LOS PROCERES 450991													
Nº4	SAN SALVADOR SAN SALVADOR RESIDENCIAL LOMAS DE ALTAMIRA CALLE OLACAMAYO 450930	1.00	1.00	1.35	1.08	1.00	1.03	1.00	0.92	1.37	0.85	\$505.19	\$692.88	
Nº5	SAN SALVADOR SAN SALVADOR RESIDENCIAL LOMAS DE ALTAMIRA 450930	1.00	1.00	1.35	1.08	1.00	1.03	1.00	0.92	1.37	0.95	\$482.33	\$675.20	
Nº6	SAN SALVADOR SAN SALVADOR RESIDENCIAL LOMAS DE ALTAMIRA CALLE AHUZUCAR 450930	1.00	1.00	1.18	1.08	1.00	1.03	1.00	0.92	1.21	0.99	\$488.31	\$588.73	
Nº7	SAN SALVADOR SAN SALVADOR RESIDENCIAL LOMAS DE ALTAMIRA CALLE AHUZUCAR 450937	1.00	1.00	1.35	1.08	1.00	1.03	1.00	0.92	1.37	1.03	\$492.96	\$676.47	
Nº8	SAN SALVADOR SAN SALVADOR CH. BRISAS DE SAN FRANCISCO 45 AVENIDA SUR Y CALLE LOS EUCALIPTOS, APARTAMENTO 451 CAL SAN FRANCISCO 450925													
Nº9	SAN SALVADOR SAN SALVADOR CUS DE NOVIEMBRE 25 CALLE ORIENTE Y PASADAJE SAN PULULUTE SAN 450928													
Nº10	SAN SALVADOR SAN SALVADOR COLONIA BOSQUES DE SAN FRANCISCO 450923													

Nota 1) Para la evaluación del factor Ubicación se consideró la constante "K1" tabulacional.

Nota 2) Los Referentes: 1, 8, 9, 10, marcados en gris están fuera de las condiciones de mercado para considerarlos como referentes homólogos en 20 MRP 27.

Valor de Homologación:	\$	591.78	Vr*
Valor a prorrata:	\$	591.78	Vr*
Valor del Terreno:	\$	350,116.23	

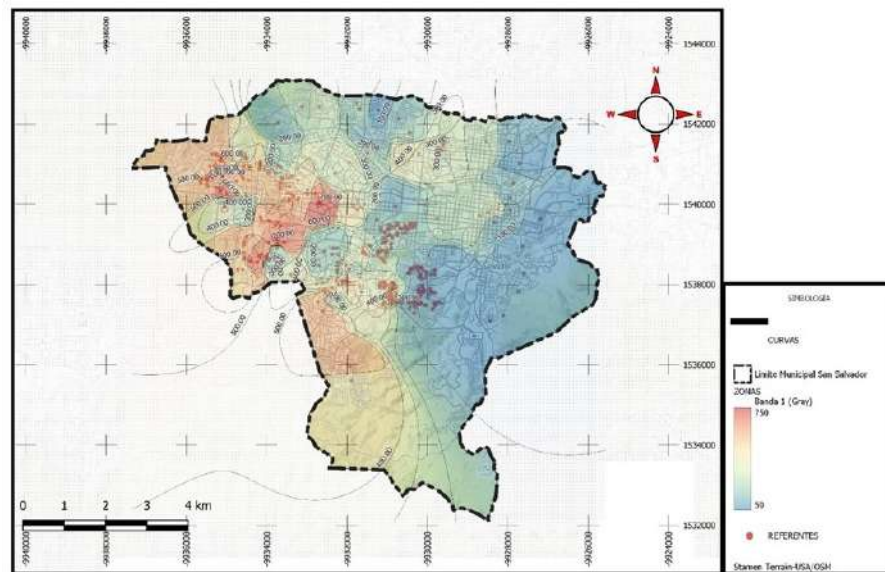
P	\$	591.78
		152.53
Coeficiente Variación:		26%

Figura 6. Cuadro final de evaluación de inmueble

Fuente: www.construgamez.com

Figura 7. Valor de suelo de interacción urbana de San Salvador

Fuente: resultados obtenidos por medio del software QGIS. Los tonos cálidos se asocian con mayor valor y los fríos con menor



zona donde se ubican la mayoría de las plazas comerciales y las avenidas que conectan con Santa Tecla. De la misma manera, hacia el este y sur, en el área con menor valor, se encuentran en su mayoría colonias y residenciales.

Conclusiones

En la presente investigación se generó de manera transparente cada paso a seguir para una valuación inmobiliaria que sea congruente con la realidad de una manera más objetiva. Sin embargo, con la automatización de los cálculos en las bases de datos se han podido orientar los resultados de forma autónoma hacia referencias, que de ser actualizadas de forma constante, pueden producir la descripción general del comportamiento de los valores de suelo en San Salvador.

Como parte de la investigación realizada se encontraron las limitaciones propias de todo estudio que implica una ciudad como escenario. Aunque el número de muestras fue el necesario, la limitada cantidad de referentes hacen que esta investigación refleje una precisión que está

directamente relacionada con su cantidad y disponibilidad en el entorno inmediato al sujeto que se valora.

La influencia de la percepción personal del investigador en los resultados define, en este ámbito muy particular, el éxito o fracaso de la metodología, especialmente al incluir o eliminar datos o referentes que han sido recolectados en campo en el área que se ha denominado homóloga, pero con la posibilidad de que algunos de estos referentes, aun encontrándose dentro del radio estudiado, puedan incluir variables que no les correspondan.

El entorno inmediato representa otra consideración de limitación, como lo es el radio de investigación. La aplicación utilizada tiene como objeto delimitar un radio circular alrededor del inmueble sujeto por medio de la coordenada georeferenciada, pero no tiene en consideración la comunicación vial, los accidentes geográficos, ni la morfología de la ciudad. Las alteraciones del paisaje, así como la dirección de la circulación vial, son factores incidentes en la relatividad por distancia. La aplicación considera

unidireccionalmente la relación del valor y estas variables no consideradas, que han de incidir en la valoración final, deben ser tomadas en cuenta por el evaluador. La percepción del sentido común del valor debe prevalecer sobre la imposición de uno de manera arbitraria.

Las correcciones a las limitaciones de radio de entorno son fácilmente perceptibles: cercanía de tugurios, ríos u otros accidentes orográficos, pueden tener repercusiones que deben considerarse. Por ejemplo, los accidentes orográficos o topográficos generan referentes que no están en el área homóloga, aun cuando presentan una distancia cercana, como lo podrían ser, por ejemplo, dos inmuebles ubicados en lados opuestos de un río. Pese a que su distancia es relativamente cercana, su interrelación urbana podría ser nula. Por tanto, se debe descartar dicho referente del listado a homologar.

La proximidad de tugurios, comúnmente cercanos a sitios generadores de riqueza, también provoca inconsistencias en los resultados de la homologación.

Otro elemento importante es la cantidad de referentes en un área geográfica específica. La representación de dicha condición con respecto al nodo urbano es de mucha relevancia, ya que la desviación estándar está basada en el número de datos que se han de relacionar a valores mayores, de mayor repetición y mayor incidencia en la tendencia resultante. Para menguar esta condición, se ha de incrementar la base de datos del estudio de mercado.

Para este estudio se ha continuado alimentando la base de datos de forma diaria, con cifras que otorgan mayor certeza al resultado y con el objetivo de contar con más de 3000 inmuebles en este sector. Este número continuará aumentado y sustituyendo los datos más antiguos, teniendo

como meta a mediano plazo incluir un programa que ordene los valores por su antigüedad.

Además, se ha iniciado la expansión de esta investigación, alimentando la base de datos con referentes de las principales ciudades de toda la república, divisando en lo posterior un mayor alcance de uso.

La creación y uso de la aplicación web resultado de este estudio pretende que la población tenga acceso a la información relativa al valor de los bienes raíces de manera efectiva, mediante la simplificación en una sola pantalla de todo el procedimiento estudiado, generando un medio versátil de comunicación de resultados.

Se busca que a corto plazo el número de muestras aumente de forma proporcional, mediante el mantenimiento permanente de la base de datos, proyectando a mediano plazo la sustitución de los datos más antiguos, para lo cual se propone la creación de un algoritmo que ordene los valores por su antigüedad, priorizando los más recientes, lo cual no significa que se eliminen los anteriores, ya que se pretende además generar un gráfico de comportamiento histórico del valor del suelo en el sector.

Los resultados obtenidos con la herramienta descrita conllevan una responsabilidad con implicaciones de relevancia, primero respecto a la fiabilidad de los datos investigados, y luego sobre las aproximaciones a los valores reales que podrían generar certeza al usuario y repercusión en el ámbito profesional de quien la utiliza. La experiencia de resultados positivos, en el conocimiento de un usuario sin experiencia en el campo de los bienes raíces, será la mayor prueba que las aplicaciones podrían sobrellevar.

La utilización concreta de los resultados de la interacción urbana sobre el valor del suelo hacia

aproximaciones fiables puede llevar a considerar que las aplicaciones generadas son de resultados serios y que, sin la necesidad de conocimientos previos rigurosos del comportamiento del valor del suelo en San Salvador, se obtienen resultados congruentes con la realidad.

El presente trabajo tendrá repercusiones en la forma de valorar la tierra en San Salvador. La sencillez del procedimiento y la utilización de la aplicación de cotización abreviada implican que, para obtener información relevante y confiable, se debe superar la versatilidad de las aplicaciones web presentadas; para generalizar su uso, es necesario únicamente proveer a las aplicaciones de mayor autonomía. Los procesos y la forma ya están definidos, solo es necesario dar un mantenimiento permanente de alimentación de datos confiables a la base de datos.

La migración a lenguajes más actualizados es posiblemente otra alternativa para mejorar el rendimiento de la aplicación. El uso de software especializado en sistemas matemáticos y relacionados con bases de datos, como QSL u otros, tiene potencial para hacer aún más versátil la interacción con el usuario.

Se puede concluir que los resultados obtenidos con las aplicaciones desarrolladas son congruentes con la realidad de los valores de suelo en el área de estudio delimitada para la ciudad de San Salvador. Se espera que las mismas puedan servir de modelo para conocer también el valor inmobiliario en otras ciudades de Latinoamérica.

Referencias

- Alcaldía de San Salvador. (2022, 6 de mayo). Portal de la Alcaldía de San Salvador. <http://www.sansalvador.gob.sv/>
- Anselin, L. (2003). Spatial Econometrics. En B. H. Baltagi (Ed.), *A Companion to Theoretical Econometrics* (pp. 310-330). Blackwell Publishing Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470996249>
- Ayola, D. P. (2012). Estimación del potencial de valorización del suelo en Barranquilla en el periodo 2001-2011. *Revista de Economía del Caribe*, (10), 65-91. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21062012000200003
- Baldor, A. (2014). *Algebra* (7a Ed.). Patria.
- BCR. (2021). *Norma NRP 27*. Comité de Normas del Banco Central de la Reserva de El Salvador. <https://www.bcr.gob.sv/regulaciones/upload/NRP-27.pdf>
- CNR. (2019). *Geoportal Centro Nacional de Registros*. cnr.gob.sv
- Figueroa, B. E., y Lever D. G. (1992). Determinantes del precio de la vivienda en Santiago: Una estimación hedónica. *Estudios de Economía*, 19(1), 67-84. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/128244>
- Figueroa, E. (1993). Estimaciones hedónicas del valor del mercado de los programas de vivienda social en la América Latina. *El Trimestre Económico*, 60(240(4)), 779-805. <http://www.jstor.org/stable/45401618>
- Fitch Osuna, J. M, Soto Canales, K., y Garza Mendiola, R. (2011). Valuación de la producción y organización territorial. En N. Norte Pinto et al. (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference Virtual Cities and Territory* (pp. 71-74). Nova University of Lisbon. <https://doi.org/10.5821/ctv.7697>
- Geoportal OPAMSS. (2019, 2 de enero). *Sistema de Información Metropolitano*. COAMSS. <https://opamss.org.sv/>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6a ed.). McGrawHill.
- IVSC. (2020). *Normas Internacionales de Valuación*. International Valuation Standards Council. <https://www.fecoval.org.mx/leyes-normas-y-reglamentos/>
- Laurent, R. (2007). Propuesta de aplicación del factor de comercialización en Costa Rica. *Azimuth*, (1), 14-18. <https://colegiotopografoscr.com/azimuth/revistas/revista/1.pdf>
- Laurent, R. (2010). *Avalúos de inmuebles urbanos. Principios metodológicos*. Cámara Salvadoreña de Valuación.
- Lozano-Gracia, N., y Anselin, L. (2012). Is the price right?: Assessing estimates of cadastral values for Bogotá, Colombia. *Regional Science Policy & Practice*, 4(4), 495-508. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1757-7802.2012.01062.x>
- Lynch, K. (2008). *La imagen de la ciudad*. Editorial Gustavo Gili.
- Martínez Moreno, R., y Sotelo Ahumada, H. (2021). Análisis de la valoración hedónica de la vivienda del Área Metropolitana de Monterrey. *VinculaTégica*, 7(2), 744-752. <https://vinculategica.uanl.mx/index.php/v/article/view/139>
- ONT. (2014). *Guía Técnica. Actualización de las Plataformas de Valores de Terrenos por Zonas Homogéneas*. Ministerio de Hacienda de Costa Rica. <https://docplayer.es/68467512-Guia-tecnica-actualizacion-de-las-plataformas-de-valores-de-terrenos-por-zonas-homogeneas-organo-de-normalizacion-tecnica.html>
- Perdomo, J. A. (2010). Una propuesta metodológica para estimar los cambios sobre el valor de la propiedad: estudio de caso para Bogotá aplicando Propensity Score Matching y precios hedónicos espaciales. *Lecturas de Economía*, (73), 49-65. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-25962010000200002&lng=en&tlng=es
- QGIS.org. (2022, 6 de abril). *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association. <http://www.qgis.org>
- Ramírez Ospina, D. E., y Valencia Giraldo, L. (2013). Valoración hedónica de la vivienda. Una aplicación con variables ambientales. *Apuntes del Cenes*, 32(56), 139-174. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532013000200007&lng=en&tlng=es
- Revollo, D. A. (2009). Calidad de la vivienda a partir de la metodología de precios hedónicos para la ciudad de Bogotá - Colombia. *Revista Digital Universitaria de la UNAM*, 10(7), 1-17. <https://www.revista.unam.mx/vol.10/num7/art43/art43.pdf>
- Ridker, R. G., y Henning, J. A. (1967). The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution. *The Review of Economics and Statistics*, 49(2), 246-257. <https://doi.org/10.2307/1928231>
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *The Journal of Political Economy*, 82(1), 34-55. <http://links.jstor.org/sici?sici=0022-3808%28197401%2F02%2982%3A1%3C34%3AHPAIMP%3E2.0.CO%3B2-U>
- Stumpf, M., y Torres, C. (1997). Estimación de modelos de precios hedónicos para alquileres residenciales. *Latin American Journal of Economics* [antes *Cuadernos de Economía*], 34(101), 71-86. <http://www.economia.uc.cl/docs/101stuma.pdf>