

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Valuación Ecosistémica del Rancho Buenos Aires, un Predio en conservación, Tijuana**Ecosystem valuation of Rancho Buenos Aires, a conservation property, Tijuana**DOI: <https://doi.org/10.61154/metanoia.v10i2.3565>Jesús Emilio Hernández Bernal ¹Juan Carlos Navarro López²Erika Chávez Nungaray³Alonso Hernández Guitrón⁴¹ E- mail: jesus.hernandez.bernal@uabc.edu.mx Afiliación: Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1701-1614>² E- mail: juan.navarro@uabc.edu.mx Afiliación: Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9383-2436>³ E- mail: nungarayerika@uabc.edu.mx Afiliación: Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2302-194X>⁴ E- mail: alonso_hg@uabc.edu.mx Afiliación: Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8450-4841>

Recibido: 02/04/2024

Revisado: 30/4/2024

Aprobado: 14/05/2024

Publicado: 01/07/2024

RESUMEN

Esta investigación es el resultado de un caso de valuatorio, donde convergen el bienestar humano y el avance hacia el desarrollo sostenible para mejorar el manejo de los ecosistemas, debido que, a través del tiempo, se han incrementado los servicios producidos por los ecosistemas (alimentos, agua, limpieza del aire). Dado que las actividades generadas por las poblaciones dificultan la capacidad de recuperación de los ecosistemas naturales; por ello este trabajo presenta como objetivo valorar un predio ecosistémico. Para poder llegar a generar el

valor del terreno se identificaron algunos aspectos históricos sobre la región y los asentamientos urbanos, se establecieron los criterios para determinar el valor comercial y analizar las metodologías óptimas que permitieron llegar al valor ecosistémico. A fin de dar cumplimiento al objetivo central de la investigación, los métodos empleados en el trabajo son el Análisis Jerárquico y Método de Costos Evitados o Inducidos. Los resultados muestran que solo al contar lo que produce la tierra de este sitio, el valor unitario de este predio es de 20 pesos el metro cuadrado, multiplicando por el total de la superficie documental que son 3'167,522.00 metros cuadrados, da un valor fiscal de 63'350,440.00 pesos. Depreciando el costo de la tierra y sus construcciones resulto un valor de veintiocho millones cuatrocientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y cinco pesos con ochenta centavos (28'478,785.80). Este costo es el resultado de evitar una destrucción masiva de territorio en uso de conservación tomando en cuenta las plantas endémicas.

DESCRIPTORES: valor de la tierra; análisis causal, ecosistema.

ABSTRACT

This research is the result of a valuation case, where human well-being and progress towards sustainable development converge to improve the management of ecosystems, due to the fact that, over time, the services produced by ecosystems (food) have increased. , water, air cleanliness). Given that the activities generated by populations hinder the recovery capacity of natural ecosystems; For this reason, this work presents the objective of valuing an ecosystemic property. In order to generate the value of the land, some historical aspects about the region and urban settlements were identified, criteria were established to determine the commercial value and analyze the optimal methodologies that allowed reaching the ecosystem value. In order to comply with the central objective of the research, the methods used in the work are Hierarchical Analysis and Method of Avoided or Induced Costs. The results show that only by counting what the land of this site produces, the unit value of this property is 20 pesos per square meter, multiplying by the total documentary surface which is 3,167,522.00 square meters, gives a fiscal value of 63'350,440.00 pesos. Depreciating the cost of the land and its buildings resulted in a value of twenty-eight million four hundred and seventy-eight thousand seven hundred and eighty-five pesos and eighty cents (28'478,785.80). This cost is the result of avoiding massive destruction of territory in conservation use taking into account endemic plants.

DESCRIPTORS: land value; causal analysis, ecosystem.

INTRODUCCIÓN

La destrucción de ecosistemas para el desarrollo de vivienda, así como industrial y comercial, son los problemas que siguen en aumento, mayormente al sureste del municipio de Tijuana. La introducción del desarrollo urbano genera una perturbación del ecosistema, así como el cambio del medio ambiente. La contaminación es una de las principales causas y factores que contribuyen a la devastación del ecosistema. El equilibrio del medio ambiente se destruye cuando introducimos elementos externos. Todo esto tiene un impacto en todas las especies de vida. Los ecosistemas ya están siendo destruidos, por el abuso de los recursos naturales, y para realizar los desarrollos urbanos se talan árboles y se matan animales. Si esta práctica persiste, desperdiciamos recursos finitos, y finalmente se acabarán. El progreso en el bienestar humano y el desarrollo sostenible depende principalmente de una mejor gestión de los ecosistemas para asegurar su protección y uso sostenible, en la medida que existe una demanda paralela de los servicios que proporcionan, como alimentos y agua, las actividades humanas también han reducido la capacidad de muchos ecosistemas para satisfacer tales necesidades. Con la alta demanda de tierras para el desarrollo de industria, vivienda y comercio en Tijuana, existe evidencia de varios ecosistemas que han sido destruidos, con el único fin del lucro, sin pensar en las consecuencias de ir acabando del poco paisaje que aún existe en esta ciudad (Cuéllar, 2021).

Existen predios donde han dejado de producir comida, agua o algún servicio de ayuda para el uso de ganado, ya que en muchos de esas tierras ejidales existen arroyos donde fluye agua limpia, potable, pero el desarrollo de fraccionamientos aledaños produce contaminantes, entre estos las aguas jabonosas y grises, y varias de estas terminan fluyendo sobre dichos arroyos o terminan infiltrándose en el subsuelo.

La valoración de los ecosistemas es necesaria para ayudar a corregir las decisiones económicas que tratan el medio ambiente como si fuera un insumo gratuito, lo que a su vez resulta en su mal uso. Como la mayor parte de las áreas urbanas están rodeadas de tierras agrícolas productivas la conversión de tierras agrícolas no controlada disminuye directamente la producción de alimentos y la provisión de bienes y servicios ecosistémicos derivados de estos tipos de tierras. El crecimiento desmedido que tiene la ciudad de Tijuana, conlleva una gran

cantidad de población, donde ocupan más servicios básicos, como: agua, drenaje, luz y otros, pero sobre todo lo más importante áreas verdes y ecosistemas que moderen el impacto ambiental. Con la oportunidad de venta de tierras es esencial establecer nuevas políticas ambientales capaces de mitigar el impacto para poder preservar, conservar y proteger ecosistemas estratégicos que están asociados a servicios ambientales, así como de servicios ecosistémicos. A menudo reciben poca atención en la toma de decisiones, un descuido que puede perjudicar la viabilidad de los espacios verdes y, en última instancia, la sostenibilidad de la humanidad en la biosfera.

De acuerdo al plan de desarrollo urbano 2010 – 2030 el Rancho Buenos Aires, presenta un uso de suelo de conservación, pero la cercanía del fraccionamiento Natura puede provocar que esto cambie. Baja California, es privilegiado por su ubicación geográfica, debido a que cuenta con un clima mediterráneo, el cual se presenta en algunos países como Chile, Argentina, Australia, Italia, Nueva Zelanda, Sudáfrica. Todas estas zonas cuentan con gran número de biodiversidad, con especies endémicas que no se encuentran en otro lugar del planeta, y con el desarrollo urbano hace vulnerables estos ecosistemas.

En Baja California existen especies endémicas de encino que comparte con el estado de California. A Baja California pertenecen dos especies o tal vez tres. En Tijuana no es común ver encinos de gran altura, ya que por las condiciones climáticas áridas que predominan en esta región, algunos ejemplares son similares a un arbusto. Son pocos los ejemplares que se pueden apreciar en la ciudad, a pesar de que el encino es un árbol endémico de la región. Por lo que se debe concientizar sobre la deforestación de este árbol nativo. El encino ofrece grandes beneficios al suelo y a sus habitantes y puede vivir alrededor de mil años, esta especie requiere alcanzar los 60 o 70 centímetros de estatura para poder ser sembrada. Como sociedad, dependemos de ecosistemas saludables, tener aire purificado para que podamos respirar, limpieza del dióxido de carbono por medio de la vegetación para regular el clima, reciclar los nutrientes en arroyos y ríos para tener acceso al agua potable sin la necesidad de infraestructura costosa, etc. Dado que la población mundial sigue creciendo, también crece la necesidad de satisfacer la necesidad de la supervivencia. La valoración de los servicios ecosistémicos es una de las formas de ayuda para que esto ocurra. Al entender su valor, se podrán tomar decisiones para garantizar que este valor no se pierda.

Esta investigación tiene como sustento teórico la teoría de localización, es por ello que se retoma el modelo de uso de la tierra agrícola, este modelo se creó antes de la industrialización y se basa en los siguientes supuestos limitantes: la ciudad está ubicada centralmente dentro de un "Estado aislado" que es autosuficiente y no tiene influencias externas. Para la construcción del modelo de Von Thünen, se utiliza el caso hipotético, donde la cuestión agrícola está aislada y situada en una llanura grande, fuera de lo urbano de una ciudad. El modelo ilustra cómo los costos de transporte y el valor de la producción agrícola, influyen en el lugar donde eligen operar las diferentes actividades agrícolas. En este caso los agricultores toman decisiones racionales para maximizar sus ganancias minimizando gastos como el transporte. La importancia de la utilización de esta teoría es cuando una ciudad posee y obtiene sus necesidades de vida como: alimentos, aire, minerales, agua etc., a partir de recursos locales, minimiza la dependencia de importar recursos, priorizar la salud ambiental y la propiedad local con la participación del estado. Permitiendo que siga floreciendo el ambiente, para así, seguir manteniendo una comunidad saludable (Thunen, 1826).

Además de la teoría de localización agrícola propuesta por Von Thünen, esta investigación retomó los postulados de Alfred Weber (1909), donde se consideraron las bases de las teorías modernas de localización y un problema básico de localización. Los modelos de localización de Weber implican tres etapas; la primera de ellas es encontrar la ubicación con menor costo de transporte, ajustar la ubicación para considerar los costos laborales y las economías de aglomeración. Weber utilizó en su modelo teórico una triangulación de posición, dentro de la cual se encuentra el valor óptimo. Entre ellos, la mejor ubicación para la producción de bienes se encuentra en función de la ubicación fija del mercado y dos fuentes de materias primas que forman un triángulo geográfico (Weber, 1929). Independientemente del plan de cada zona, se consideran incompatibles a que todos los usos que requieran un cambio en su uso o carácter o que lesionen los valores específicos que inspiran la definición de cada zona y se prohíbe el suelo en todas las zonas no urbanizables.

Von Thünen y Alfred Weber, mencionan la importancia de las variables localización y distancia para determinar el valor del suelo, y las emplean en sus modelos; donde postulan que en la parte central se sitúa el área con mayor accesibilidad e influencia y, por ende, este resulta con un costo elevado; así mismo mientras más se aleje del centro las áreas cobran menor importancia y el precio en el valor disminuye (Hernández et, al. 2023).

La teoría de la ubicación en contexto actual, y para el uso en este estudio de valoración ecosistémica del Rancho Buenos Aires, sirve para examinar cuestiones de sostenibilidad ambiental, como minimizar los impactos locales y determinar cuántas actividades (o especies) son viables en un área. Las ventajas de ubicación incluyen ventajas que surgen de la dotación de factores del predio en cuestión, como recursos naturales, ubicación geográfica, etc., así como ventajas en el entorno de inversión, como sistemas políticos y económicos, leyes, regulaciones y políticas.

A parte de la cuestión teórica del presente estudio, también se conceptualizan algunos conceptos que ayudarán a comprender el objetivo del trabajo. Comenzamos con la definición de *Ambiente*: la cual incluye un conjunto de elementos físicos como la tierra, agua, aire, clima, biológicos incluyen la fauna, flora, suelo y los socioculturales integran los asentamientos y actividad humana, así como la interacción entre los factores o elementos indicados, que integran el entorno donde se desarrolla la vida del ser humano y de la sociedad (Española, 2006).

La finalidad de este trabajo es obtener el valor ecosistémico de un terreno y la disciplina que se encarga de ello es la *Valuación*, por ello esta se define como los procedimientos técnicos y metodológicos que permiten, a través de investigaciones físicas, económicas, sociales, legales y de mercado, estimar las cantidades (en términos monetarios) de las variables cuantitativas y cualitativas que afectan el valor de cualquier mercancía (INDAABIN, 2023).

En este sentido, el procedimiento que se realiza en la disciplina de valoración es el avalúo, el cual se define como el proceso de estimar el valor de un activo, determinando su intercambiabilidad en unidades monetarias en una fecha determinada. Asimismo, se considera dictamen técnico que indica el valor de los bienes con base en sus características físicas, ubicación, uso e investigaciones y análisis de mercado (INDAABIN, 2023). Esta investigación presenta como universo un *Ecosistema*: se define como un sistema natural dinámico que consiste en una comunidad de organismos cuyos procesos de vida están interconectados y evolucionan de acuerdo con los factores físicos de su entorno compartido (Semarnat, 2023).

Dentro del ecosistema a valorar la *vegetación* es indispensable, ya que en esta zona se presenta un clima mediterráneo, el cual forma parte de una región llamada Provincia Florística de California, que aglutina plantas de características similares (arbustos con hojas aromáticas,

cactus, además de hierbas anuales de flores amarillas y moradas). Esta provincia, adyacente al Océano Pacífico, inicia en los Estados Unidos, al sur de Oregón, recorre California y finaliza en nuestro estado de Baja California, en la región de El Rosario, a unos 350 km al sur de la línea fronteriza que divide ambos países (Pijoan & Venegas, 2018).

Este trabajo busca un equilibrio entre las ciudades y la naturaleza, ya que utiliza el concepto de sostenibilidad ambiental, que significa equilibrar el desarrollo económico y social con el cuidado y protección de la naturaleza, para que podamos gestionar eficazmente nuestros recursos naturales. (Europea, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada para valorar el Rancho Buenos Aires en el presente trabajo, se divide en cuatro partes, la primera consistió en delimitar el área y la ubicación del Rancho Buenos Aires; la segunda etapa de la investigación fue la selección de las variables y justificar la importancia de la participación en el avalúo del terreno; la tercera fase consistió en la aplicación del método de Análisis Jerárquico (AHP), por último, en la fase final de la metodología se desarrolló el método de Costos Evitados o Inducidos (Figura 1).

Área de estudio

La presente investigación se desarrolla en el municipio de Tijuana, pertenece al estado de Baja California, del mismo modo colinda al norte con el estado de California, Estados Unidos de América, al oeste con el océano pacifico, al este con el municipio de Tecate y al sur con el municipio de Rosarito (Figura 2). En particular el Rancho Buenos Aires cuenta con un área irregular, presenta a su vez una topografía compuesta por diversos lomeríos con pendientes aproximadas de 100 metros de altura, el área en m² del terreno es de 3'167,522.01 m² de superficie documental, con un uso de suelo habitacional y de conservación (INEGI, 2023).

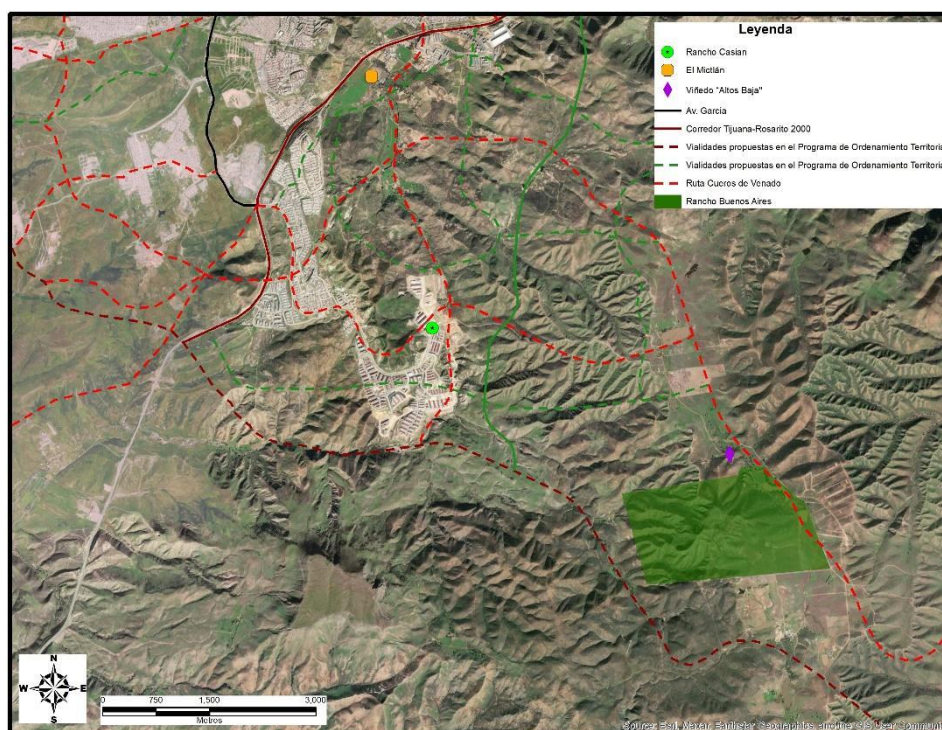
Figura 2. Localización de Tijuana B.C., México



Fuente: Elaboración propia. 2024

El predio se encuentra ubicado al suroeste de la ciudad; específicamente se encuentra ubicado en el Corredor Tijuana-Rosarito 2000, para poder acceder al sitio, se tiene que cruzar por el campo de flores de cempasúchil, mejor conocido como “El Mictlán”, A unos pasos del primer destino, se encuentra localizado el “Rancho Casián”; también en el kilómetro 9.5 del Ejido Mesa Redonda del camino vecinal que lleva al Poblado Cueros de Venado, y a unos 38 minutos aproximadamente del segundo destino, se encuentra el Viñedo “Altos Baja”. y al lado de dicho viñedo se encuentra el predio “Rancho Buenos Aires” (Figuras 3). El área de estudio cuenta con un ecosistema que tiene grandes concentraciones de arbustos, como los chaparrales, esta clase de ecosistema se desarrolla en zonas con características áridas y semiáridas, con climas secos y semisecos y en zonas como laderas o algunos cerros. (Figura 3).

Figura 3. Localización Rancho Buenos Aires en Tijuana B.C.



Fuente: Elaboración propia. 2024

A lo largo del tiempo en México han surgido críticas sobre la delimitación territorial de áreas naturales protegidas, que arriesgan el crecimiento poblacional urbano; generalmente esta población es de bajos recursos y empieza a generar los asentamientos irregulares, así mismo se discute si hay que centrar los aspectos de valoración económica en los ecosistemas con el mayor costo asociado de un terreno que presenta todas las medidas de conservación.

El primer paso en el uso de la economía para la planificación y gestión ambiental es identificar los beneficios asociados con la conservación ambiental. Es difícil justificar la conservación del medio ambiente (ante el gobierno, las empresas o las comunidades locales) a menos que se pueda demostrar que genera beneficios sociales y económicos. Tradicionalmente, los beneficios ambientales han sido ignorados cuando se toman decisiones de desarrollo. En este contexto, los beneficios ambientales han sido excluidos por completo de la consideración y, como mucho, el valor económico de los recursos ambientales se ha visto únicamente en términos de las materias primas y los productos físicos que generan. Al hacer esto, se ha omitido una gran parte del valor de los recursos ambientales y se ha ignorado una gran parte de los costos económicos de la degradación ambiental.

El Valor Económico Total (VET) de los recursos ambientales es mucho mayor que los productos directos (como madera, minerales, pescado, combustible o alimentos) que generan para la producción y el consumo. Los recursos ambientales también proporcionan bienes y servicios ecológicos (como cuencas protección, control de inundaciones, secuestro de carbono o control climático), mantienen la opción de realizar actividades económicas en el futuro y guardan un valor cultural y estético intrínseco para los seres humanos (Emerton, 1999).

Para obtener el Valor Económico Total (VET) del área de estudio con la finalidad de estimar un monto indemnizatorio en consecuencia de destruir la biodiversidad del terrero, se seleccionaron variables de valores de uso y valores de no uso. Es importante el uso de estas variables, ya que influyen en el desarrollo ambiental, donde analizan los efectos que produce una variable en otras, a través de la correlación que acontece entre ellas. Ya que, sin un medio ambiente adecuado, no es posible el desarrollo del bienestar humano. Por este motivo cualquier actividad que se genere en el desarrollo del confort de la gente, es necesario incorporar las variables ambientales (tabla 1).

Tabla 1. Criterios ecosistémicos que se usaron en las encuestas a cada experto para generalizar la importancia de cada variable por un proceso analítico jerárquico.

Valor de Uso			Valor de No Uso	
Valor de Uso Directo	Valor de Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Herencia	Valor de Existencia
Productos que se pueden consumir directamente, como madera, minerales, alimentos silvestres,	Servicios ecológicos como control de erosión e inundaciones, protección de captaciones de agua, sumidero de carbono,	La prima otorgada al mantenimiento de recursos para usos futuros, algunos de los	Hábitat Cultura Salud del bosque Refugio	El valor intrínseco de los recursos, independientemente de su uso, como su importancia cultural,

recreación, etc.	control climático, etc.	cuales tal vez no se conozcan ahora.		estética, patrimonial, etc.
------------------	-------------------------	--------------------------------------	--	-----------------------------

Fuente: Elaboración propia con base en Edmundo Alba, 2024.

A continuación, se presentan los diversos conceptos de valor:

Valor de uso directo: las materias primas y los productos físicos que se utilizan directamente para la producción, el consumo y la venta, incluidos los que proporcionan energía, vivienda, alimentos, producción agrícola, suministro de agua, transporte y recreación (Figuerola, 2005).

Valor de uso indirecto: las funciones ecológicas que mantienen y protegen los sistemas naturales y humanos a través de servicios tales como el mantenimiento de la calidad, el flujo y el almacenamiento del agua, el control de inundaciones y la protección contra tormentas, la retención de nutrientes y la estabilización del microclima, y las actividades de producción y consumo que apoyan (Figuerola, 2005).

Valor de opción: la prima otorgada al mantenimiento de un conjunto de especies de humedales y recursos genéticos para posibles usos futuros, como aplicaciones recreativas, comerciales, industriales, agrícolas y farmacéuticas y desarrollos basados en el agua, algunos de los cuales tal vez no se conozcan ahora (Almeida et al., 2018).

Valor de herencia: El valor de herencia es el deseo de preservar un determinado bien para el disfrute de las generaciones futuras (Murrieta, 2012).

Valor de existencia: el valor intrínseco de las especies y áreas de los humedales, independientemente de sus posibilidades de uso actuales o futuras, como su importancia cultural, estética, patrimonial y de legado (Emerton, 1999).

Luego de recopilar las variables, se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), desarrollado por Thomas L. Saaty, (1980) para resolver problemas complejos multicriterio. Este proceso requiere que quien toma las decisiones evalúe subjetivamente la importancia relativa de cada criterio y luego especifique sus preferencias para cada opción de decisión y cada criterio. El resultado de AHP es una jerarquía de prioridades que muestra las preferencias globales de cada opción de decisión. En un entorno incierto, AHP permite incorporar información cuantitativa relevante para la toma de decisiones. La ventaja del AHP es que permite incluir aspectos cualitativos que normalmente quedan excluidos del análisis debido a la complejidad de la medición, pero que pueden ser importantes en algunos casos (Saaty, 1980). AHP se basa en una estructura de modelo jerárquico (que representa el problema identificando objetivos, criterios, subcriterios y alternativas), priorización de elementos, comparaciones

binarias de elementos y evaluación de elementos mediante la asignación de "pesos" basados en ponderaciones dadas, agregación, y análisis de sensibilidad para clasificar las alternativas.

Este método ayudó a obtener la mejor decisión entre varias prioridades fundamentales de los criterios considerados. El método AHP permitió trabajar con valores cualitativos y transformarlos a cuantitativos, la cual estableció criterios con valores del 1 al 9 de acuerdo a la opinión de la consulta de 5 expertos en el tema (tabla 2). El AHP utilizó la escala de valores para calificar las preferencias relativas de los dos elementos. Se presentan las calificaciones numéricas que se recomiendan para las preferencias verbales expresadas por el decisor. Investigaciones anteriores han determinado que está es una escala razonable para distinguir las preferencias entre dos alternativas (Saaty, 1990).

Tabla 2. Definición del Valor

Valor	Definición	Comentarios
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Ligeramente	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Superiormente	La experiencia y el juicio favorecen Superiormente al criterio A sobre el B
7	Muy superior	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Extremadamente	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda

Fuente: Elaboración propia con base en Aznar Bellver, 2024.

El potencial del método, es que se adapta a diversas situaciones, su cálculo es simple por los diferentes softwares estadísticos existentes y puede utilizarse tanto de manera individual como de manera colectiva. En resumen, el AHP es un método que permite seleccionar alternativas basadas en un conjunto de criterios o variables a menudo contradictorias. Para hacer esto, se utilizan una matriz de comparación por pares y una escala de comparación por pares para ponderar los criterios en diferentes alternativas. La elección de este método resulta de poder tomar la decisión de seleccionar la variable más interesante entre un conjunto de alternativas. Además de definir criterios, se utilizarán para determinar opciones y hacer que una alternativa sea más deseable que otra.

Las ventajas de emplear el AHP es que permite medir la consistencia del experto en el tema al emitir sus juicios. Este aspecto es de gran interés cuando se consulta a los expertos en diversos temas y ayudan a comprobar la información.

El autor del método menciona que se debe de capturar la inconsistencia mediante un único valor

denominado índice de consistencia (**CI**) donde λ_{max} es el máximo autovalor y n es la dimensión de la matriz de decisión (1). Donde el resultado de un **CI** igual a cero significa que la consistencia es completa.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Dónde:

CI= Índice de Consistencia,

λ_{max} = promedio de los cocientes del vector total y el vector promedio y

n = es el número de variables.

Como esta medida depende del orden de la matriz (n), Saaty propone la utilización de la Razón de Consistencia (**CR**) que se obtiene dividiendo **CI** por su valor esperado **RI** (2), calculado de un gran número de matrices recíprocas positivas de orden n generadas aleatoriamente (Tabla 2). La matriz es consistente cuando **CR** no supera los valores indicados en la Tabla 3; dado caso que alguna matriz supere los **CR** máximos, se tiene que revisar las ponderaciones.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Dónde:

CI= Índice de Consistencia,

RI= Consistencia Aleatoria,

CR= Ratio de Consistencia,

λ_{max} = promedio de los cocientes del vector total y el vector promedio y

n = es el número de variables.

Tabla 2. Índice de Consistencia aleatoria en función del número de variables

Consistencia Aleatoria en función del número de variables	
No. de Variables	Consistencia aleatoria
1	0
2	0
3	0.52
4	0.59
5	1.11
6	1.25
7	1.35
8	1.4
9	1.45

≥ 10	1.49
-----------	------

Fuente: Elaboración propia con base en Aznar Bellver, 2024.

Tabla 3. Ratio de consistencia

Renglones de la matriz	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o más	10%

Fuente: Elaboración propia con base en Aznar Bellver, 2024.

El resultado de la aplicación del método AHP es la generación de un vector que indica el peso de cada una de las alternativas, en función de cada uno de los criterios y su respectiva importancia, esta particularidad permite su aplicación en la Valoración. Una vez verificada la consistencia, se obtienen los pesos, los cuales representan la importancia relativa de cada criterio de las diferentes alternativas respecto a un determinado criterio (Bellver & Martínez, 2012). Para ello, el AHP original utiliza el método de los autovalores, donde se resuelve la siguiente ecuación:

$$A * w = \lambda * w$$

Donde:

A = representa la matriz de comparación,

w = el autovector o vector de preferencia, y

λ_{max} = el autovalor

El análisis jerárquico permitió realizar una exploración de las variables, con la finalidad de obtener resultados útiles cuando se tienen variables de resultados que son poco claro de predecir. Así mismo, permitió comparar los diferentes criterios, transformándolos de valor cualitativo a cuantitativo. La regresión jerárquica es una forma de demostrar si los criterios de interés explican significativamente la varianza de una variable, después de tener en cuenta a las demás variables. Siendo esto, un marco para la comparación de modelos.

Para la obtención del valor económico total del predio se empleó el método de costos evitados, este método posibilitó cuantificar la disposición que se tiene para incurrir en determinados costos con el fin de evitar el daño causado por la degradación del medio ambiente, lo que ocasiona la pérdida de un servicio ambiental. El método utiliza una función de dosis-respuesta que exige diversos datos para su valoración, los cuales pueden no estar disponibles para el investigador, lo que induce al empleo de otros métodos (Almeida et al., 2018).

Este enfoque de costos evitados utiliza los precios de mercado, así como el precio del bien ambiental bajo análisis, o el precio de un bien relacionado directa o indirectamente con el bien en cuestión, medido por el excedente del consumidor y del productor. El excedente del consumidor es el área entre la curva de demanda de una persona de cualquier bien y su línea de precios. El excedente del productor es el área entre la curva de precios y la curva de oferta. Intuitivamente, es la diferencia entre lo que el productor está dispuesto a aceptar por unidad del bien y al menos lo que realmente recibe. La idea detrás de este método es que al invertir en medidas de protección o mitigación se mejorará la calidad del medio ambiente, proporcionando así mayores beneficios a la sociedad. En la práctica, esto significa que las mejoras en la calidad del medio ambiente, combinadas con una mejora en la calidad de los bienes ambientales y un aumento en la cantidad de bienes, significan más bienes a precios más bajos.

El incremento de la oferta generará mayor consumo del bien analizado. Los beneficios sociales se reflejan en el aumento de los excedentes del consumidor y del productor (3).

$$EC_f = EC_i + \Delta EC; EP_f = EP_i + \Delta EP \quad (3)$$

Donde:

EC_f= excedente del consumidor final

EC_i= excedente del consumidor inicial

ΔEC= variación en excedente del consumidor

EP_i= excedente del productor inicial

ΔEP= variación en excedente del productor

Este método evalúa el impacto positivo de la inversión pública en proyectos de conservación, de prevención de desastres naturales, actividades de gestión de recursos o cuestiones medioambientales como los incendios. Se puede observar el impacto directo de las inversiones sobre el activo analizado o el impacto indirecto sobre activos que están relacionados con el activo principal analizado, pero garantizan su sostenibilidad. Finalmente, cuantos más impactos positivos (costos evitados) puedan identificarse, mayores serán los beneficios sociales generados por la inversión en prevención. Sin embargo, este enfoque también tiene algunos inconvenientes que están estrechamente relacionados con la estimación de beneficios intangibles. Es difícil estimar los beneficios económicos y sociales y determinar cómo asignarlos entre el excedente del consumidor y el del productor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la aplicación de las 2 metodologías realizadas generaron una gran cantidad de tablas y valores, comenzando con determinación de ponderaciones para las distintas variables, donde se seleccionaron cinco expertos (tabla 4); estos expertos se eligieron por su enorme experiencia y trayectoria en el tema ambiental y ecológico; El primer experto por sus trabajos previos en la evaluación de ecosistemas en Tijuana. El segundo y cuarto experto por ser de la profesión cercana a la biología. El tercer experto por trabajos en campo haciendo topografía. Y el quinto experto, por las construcciones de puentes y otro tipo de edificaciones, donde se ha visto la remoción de follajes y suelos fértiles en Tijuana. Los cinco criterios ecosistémicos mencionados anteriormente en la metodología de valoración ecosistémica como son: valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción, valor de herencia y valor de existencia, se procedió a valorar la importancia que tiene cada una de dichas variables sobre las otras, con el uso de cinco encuestas a cinco expertos de diferentes profesiones enfocados a ciencias de la tierra y ciencias naturales.

Tabla 4. Perfiles profesionales de los expertos

Experto 1	Dra. en Valuación
Experto 2	Ingeniero Bioquímico
Experto 3	Ingeniero en Geodesia
Experto 4	Ingeniero en Geodesia
Experto 5	Ingeniero Civil

Fuente: Elaboración propia con base en Saaty, 2024.

Dicha encuesta contiene valores cualitativos que se transformaron en valores cuantitativos, esto se hizo dando un valor numérico con números impares (1,3,5,7,9) y cuando la comparación era contraria, los números impares se convirtieron en quebrados ($1/3$, $1/5$, $1/7$, $1/9$). Se utilizaron estos valores para que al momento de crear la matriz no tuviera valores segregados y que la matriz tuviera consistencia. Una vez contestada cada una de las cinco encuestas, el siguiente paso fue crear una matriz de cinco por cinco (tabla 5),

Tabla 5. Valores de cada profesional

Matriz Experto 1					
	Valor de Uso Directo	Valor de Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Herencia	Valor de Existencia
Valor de Uso Directo	1	5	3	1	5
Valor de Uso Indirecto	0.2	1	1	1	$1/3$

Valor de Opción	0.333	1	1	1/3	1
Valor de Herencia	1	1	3	1	1
Valor de Existencia	0.2	1	1	1	1
Matriz Experto 2					
	Valor de Uso Directo	Valor de Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Herencia	Valor de Existencia
Valor de Uso Directo	1	5	1	3	3
Valor de Uso Indirecto	0.2	1	1	1	1
Valor de Opción	1	1	1	1	3
Valor de Herencia	0.333	1	1	1	1/3
Valor de Existencia	0.333	0.333	1/3	3	1
Matriz Experto 3					
	Valor de Uso Directo	Valor de Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Herencia	Valor de Existencia
Valor de Uso Directo	1	5	5	5	5
Valor de Uso Indirecto	0.2	1	3	3	1
Valor de Opción	0.2	0.333	1	3	1
Valor de Herencia	0.2	0.333	1/3	1	1
Valor de Existencia	0.2	1	1	1	1
Matriz Experto 4					
	Valor de Uso Directo	Valor de Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Herencia	Valor de Existencia
Valor de Uso Directo	1	1/9	1/7	1/5	1/3
Valor de Uso Indirecto	9	1	5	3	5
Valor de Opción	7	0.2	1	3	5
Valor de Herencia	5	0.333	1/3	1	3
Valor de Existencia	3	0.2	1/5	0.333	1
Matriz Experto 5					
	Valor de Uso Directo	Valor de Uso Indirecto	Valor de Opción	Valor de Herencia	Valor de Existencia
Valor de Uso Directo	1	1/5	1/3	1/7	1
Valor de Uso Indirecto	5	1	5	3	3
Valor de Opción	3	0.2	1	1	5
Valor de Herencia	7	0.333	1	1	3

Valor de Existencia	1	0.2	1/5	0.333	1
---------------------	---	-----	-----	-------	---

Fuente: Elaboración Propia, 2024

Después de construir la matriz de ponderación pareada de cada experto, lo siguiente es normalizar la matriz, esto se obtiene dividiendo el valor que da el experto sobre el promedio de las mismas, de cada columna, donde la matriz sigue siendo de cinco por cinco. Con la matriz normalizada de cada uno de los cinco expertos, se construye una columna con el nombre de Vector Promedio, el promedio se obtiene ahora por renglón. El siguiente paso fue sacar el Vector Total, creando otra columna para este apartado, se obtiene multiplicando la matriz de ponderación pareada por la matriz normalizada, cada una de las matrices son de cinco por cinco. Y por último se crea otra columna donde se hará una división, donde el Vector Total se divide entre el Vector promedio (tabla 6).

Tabla 6. Índice de consistencia de cada profesional

IC Experto 1			IC Experto 2			IC Experto 3			IC Experto 4			IC Experto 5		
Vector Promedio	Vector Total	VT/VP	Vector Promedio	Vector Total	VT/VP	Vector Promedio	Vector Total	VT/VP	Vector Promedio	Vector Total	VT/VP	Vector Promedio	Vector Total	VT/VP
0.417	2.186	5.242	0.375	2.043	5.455	0.526	2.895	5.499	0.034	0.18	5.251	0.062	0.315	5.088
0.113	0.58	5.124	0.13	0.7	5.374	0.175	0.966	5.529	0.48	2.91	6.066	0.451	2.614	5.8
0.108	0.567	5.24	0.234	1.275	5.444	0.119	0.612	5.161	0.257	1.429	5.559	0.196	1.025	5.228
0.232	1.216	5.238	0.124	0.659	5.328	0.075	0.383	5.113	0.155	0.795	5.144	0.226	1.202	5.315
0.129	0.666	5.156	0.137	0.755	5.495	0.105	0.579	5.499	0.074	0.376	5.051	0.065	0.332	5.081
lmax=		5.2	lmax=		5.419	lmax=		5.36	lmax=		5.414	lmax=		5.303
índice Consistencia=		0.05	índice Consistencia=		0.105	índice Consistencia=		0.09	índice Consistencia=		0.104	índice Consistencia=		0.076
Ratio Consistencia=		5%	Ratio Consistencia=		9%	Ratio Consistencia=		8%	Ratio Consistencia=		9%	Ratio Consistencia=		7%
Ratio Máxima Consistencia=		10%	Ratio Máxima Consistencia=		10%	Ratio Máxima Consistencia=		10%	Ratio Máxima Consistencia=		10%	Ratio Máxima Consistencia=		10%

Fuente: Elaboración Propia, 2024

Una vez que se observó que en cada una de las cinco matrices el índice de consistencia estuvo dentro del diez del Ratio Máxima de Consistencia. El siguiente paso para esta valuación, fue el de buscar el Vector Propio. Esto consistió en hacer varias iteraciones de cada una de las matrices normalizadas de los cinco expertos, multiplicando la matriz por sí misma. Este proceso es necesario hacer varias iteraciones hasta que el resultado en el valor de la ponderación ya no tenga algún cambio numérico. Al obtener la Matriz de Ponderación de los Comparables en función de cada criterio, el siguiente paso fue iterar la matriz normalizada. El proceso consistió en ir multiplicando la matriz por sí misma. Una vez que los valores son consistentes, indica que son los que se les dará en forma de porcentaje a cada criterio; cabe señalar que esto se realiza para cada tabla resultante de cada experto: Generalmente cada experto realiza cuatro iteraciones, lo que permite llegar al valor total. Después de ello se colocaron los valores de las ponderaciones de cada experto y se generó otra matriz de ponderación de los comparables en función de cada criterio en porcentaje con los factores globales, para identificar cuáles son los más importantes (tabla 7).

Tabla 7. Factores Globales

Criterios	Factores Globales
Valor de Uso Directo	32%
Valor de Uso Indirecto	24%
Valor de Herencia	17%
Valor de Opción	16%
Valor de Existencia	11%
Total	100%

Fuente: Elaboración Propia, 2024

A partir de la identificación de los factores que presentan mayor peso para asignar el valor del terreno, se utilizó el método de Costos Evitados, donde inicialmente se generó una recopilación de los valores explicativos que presentan el Valor Económico Total del Rancho Bueno Aires, cuya finalidad es determinar el daño posible que repercutirá si es por incendio o degradación por destrucción del paisaje, para esta destrucción debe de haber opciones de reposición, en este caso la tecnología de sustitución para recuperar los servicios ecosistémicos que se puedan perder y con esta tecnología reemplazarla para que siga proporcionando este pequeño ecosistema dichos beneficios ecosistémicos.

Los Factores Globales de los cinco criterios ecosistémicos, se multiplican por el valor total de

la tabla general de costos evitados del Rancho Buenos Aires; Los porcentajes de los criterios está en forma descendente de mayor a menor para indicar que valor ecosistémico tiene más peso sobre los otros. Y con esto se concluye con la ponderación de los valores estimados por el enfoque de costos evitados o inducidos (tabla 10), el valor concluyente del terreno completo corresponde a 28,478,785.80 pesos.

Tabla 10. Factores Globales ya ponderados de los cinco expertos con su valor en porcentaje de cada variable

Criterios	Factores Globales	
Valor de Uso Directo	32%	\$9,113,211.46
Valor de Uso Indirecto	24%	\$6,834,908.59
Valor de Herencia	17%	\$4,841,393.59
Valor de Opción	16%	\$4,556,605.73
Valor de Existencia	11%	\$3,132,666.44
	100%	\$ 28,478,785.80

Fuente: Elaboración Propia, 2024

CONCLUSIONES

La complejidad y multiplicidad de factores que obstaculizan la valoración de la regulación de los servicios ecosistémicos requieren algunas simplificaciones; el presente Trabajo Terminal presentó un análisis en el cual se involucran variables ambientales derivado de costos evitados como una ponderación de variables ecosistémicas. Para llegar al valor del Rancho, se menciona la importancia de las rancherías y la forma de distribución y expansión del territorio; ya que el municipio de Tijuana se fundó a partir de la concesión otorgada a don Santiago Argüello, posteriormente con nuevos vecinos que se fueron entrelazando nexos familiares.

Los orígenes de la zona Mesa Redonda y Cueros de Venado, donde se localiza Rancho Buenos Aires, hoy en día presenta un destino ecoturístico en Tijuana. La antigüedad de los lugares data de 150 años atrás; en ellos hay diferentes actividades que se pueden realizar, como: ciclismo, senderismo, rappel, avistamiento de aves, etc. Esto permite garantizar la conservación natural de la zona, siendo hoy en día un atributo positivo y de valor.

Así mismo, esta investigación tiene un sustento teórico a partir de la teoría de localización agrícola, propuesta por Von Thünen; donde el centro de la región agrícola presenta un estado

aislado que no tiene conexión con el mundo exterior. La región agrícola tiene una ciudad en su núcleo y un interior agrícola alrededor de esa ciudad. Todo esto coincide también con la teoría de Weber sobre la ubicación óptima, que hace que el costo del transporte y la distancia recorrida sean directamente proporcionales entre sí.

Los resultados muestran que solo al contar lo que produce la tierra de este sitio de uso privado con nombre Rancho Buenos Aires, el valor unitario de este predio es de 20 pesos el metro cuadrado, multiplicando por el total de la superficie documental que son 3'167,522.00 metros cuadrados, da un valor fiscal de 63'350,440.00 pesos. Depreciando el costo de la tierra y sus construcciones nos dio un valor de veintiocho millones cuatrocientos setenta y ocho mil setecientos ochenta y cinco pesos con ochenta centavos (28'478,785.80).

Este costo es el resultado de evitar una destrucción masiva de territorio en uso de conservación tomando en cuenta las plantas endémicas, nativas que existen en dicho predio. Los resultados obtenidos de este trabajo pueden prevenir una posible destrucción del ecosistema, así concientizar de que por no ser de una belleza conocida esta flora y el desconocimiento de la fauna, debe tomarse en cuenta que hay un valor sobre la destrucción de las mismas, y que debe implementarse para que la ciudad de Tijuana ya no le quede algún rastro de ecosistema que sirva de pulmón al municipio.

REFERENCIAS

Aznar Bellver, J. (2020). Curso de valoración de activos por métodos multicriterio AHP, ANP y CRITIC. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València

Almeida, M. A., Silva, D. C., y Santoyo, D. C. (Septiembre de 2018). SCIELO. Métodos de valoración económica ambiental: instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000400246

Cuéllar, M. (10 de Octubre de 2021). La Jornada. Destruyen 25 hectáreas en Valle de Guadalupe para concierto de Nodal: <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/10/08/estados/destruyen-25-hectareas-en-valle-de-guadalupe-para-concierto-de-nodal/>

Emerton, L. (1999). Economic tools for environmental planning and management in eastern Africa. p. 46. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/1999-045.pdf

Española, R. A. (2006). Diccionario panhispánico del español jurídico. <https://dpej.rae.es/lema/ambiente>

Europea, U. (2022). Ciencias. Universidad Europea: <https://universidadeuropea.com/blog/que-es-sostenibilidad->

Figueroa, J. R. (2005). VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD: PERSPECTIVA DE LA ECONOMÍA AMBIENTAL Y LA ECONOMÍA ECOLÓGICA. SCIELO: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000200011

Hernández Bernal, J. E., Chávez Nungaray, E., & Hernández Guitrón, A. (2023). Distribución espacio – territorial del valor de suelo en la Ciudad de México, 2020: Spatial – territorial distribution of land value in Mexico City, 2020. LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades, 4(2), 5277–5289. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.981>

INDAABIN. (2023). GLOSARIO DE TÉRMINOS INDAABIN. Retrieved 16 de 05 de 2023, from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/69503/GLOSARIO_DE_TERMINOS_INDAABIN.pdf

INEGI. (2023). Cuentame de México.

<https://cuentame.inegi.org.mx/territorio/vegetacion/chaparral.aspx?tema=T>

Murrieta, A. C. (2012). Valoración de los servicios ecosistémicos desde la perspectiva de la economía ecológica: el caso de la reserva de la biósfera isla San Pedro Mártir. EL COLEGIO DE LA FRONTERA NORTE: <https://www.colef.mx/posgrado/tesis/2010905/>

Pijoan, P., y Venegas, I. (2018). Plantas Nativas Comestibles de Baja California. Tijuana Baja California: Culinary Art School.

Saaty, T. L. (1980). The Analytical Hierarchical Process, . J. Wiley, New York.

Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision . 48:9-26.

Semarnat. (2023). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Retrieved 16 de 05 de 2023, from <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/servicios-ambientales-o-ecosistemas-esenciales-para-la-vida?idiom=es>

Thunen, V. (1826). The Isolated State in Relation to Agriculture and Political Economy.

Weber, A. (1929). Theory of Location of Industries. The Geography of Transport Systems: <https://transportgeography.org/contents/chapter2/transport-and-location/weber-location-triangle/>

©2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)