



**MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA  
CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU  
VALORACIÓN ECONÓMICA**

Fecha:	25-ago-2023
Versión:	1
Código:	1-01-23



---

**Manual para la estimación de la  
cuenca visual del paisaje y su  
valoración económica ambiental**

---

Subdirección de Instrumentos Permisos y  
Trámites Ambientales - SIPTA

---

Elaboró: Juan Camilo Bueno Castellanos  
Fader Eduardo Peña  
Jesús Antonio Mena Rodríguez  
Concepción García Correa  
Guillermo Villamil Mora

---


Revisó: Guillermo Villamil - Líder Técnico  
grupo de Valoración Económica Ambiental  
- SIPTA  
María Saralux Valbuena – Coordinadora  
grupo de Instrumentos – SIPTA

---

Aprobó: Luis Enrique Orduz – Subdirector  
SIPTA

---

Fecha: Agosto de 2023

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

## 1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE.....	2
2.	INTRODUCCIÓN .....	4
3.	OBJETIVO .....	7
4.	ALCANCE.....	7
5.	DEFINICIONES.....	7
6.	NORMATIVIDAD .....	8
7.	DESARROLLO .....	9
7.1	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL DEL PAISAJE .....	9
7.1.1	Paisaje percibido o paisaje visual. ....	9
7.1.2	Paisaje en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales .....	11
7.2	CUANTIFICACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE. ....	14
7.2.1	Evaluación de las cuencas visuales del paisaje por medio de sistemas de información geográfica: reseñas de literatura. ....	14
7.2.2	Descripción de la herramienta para estimar el área impactada por un proyecto. ....	15
7.2.3	Paso a paso para la usabilidad de la herramienta. ....	16
7.3	VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO A LA CALIDAD DEL PAISAJE VISUAL .....	27
7.3.1	Revisión bibliográfica y posibles metodologías para desarrollar la valoración económica .....	28
7.3.2	Preguntas orientadoras para el desarrollo de una valoración económica enfocada al paisaje .....	37
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	39

### Listado de Ilustraciones

Ilustración 1	Frecuencia de Categorías Estandarizadas de Impactos. ....	5
Ilustración 2.	Modelo de paisaje percibido y valorado por el humano. ....	10
Ilustración 3.	Principio de determinación de visibilidad. ....	12
Ilustración 4	resumen del marco teórico y conceptual del paisaje. Elaborado por grupo de valoración económica de SIPTA – ANLA.....	13
Ilustración 5	Resumen de la herramienta SIG para la cuantificación de la cuenca visual. Elaborado por grupo de valoración económica de SIPTA - ANLA .....	15
Ilustración 6.	Extensión de Spatial Analyst con licencia activa en el software ArcGIS Pro .....	16
Ilustración 7.	Abrir el geoproceso de la carpeta descargada. ....	17


	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

Ilustración 8. Cargue de insumos para el geoproceto Paisaje Visual desarrollado por la ANLA en el software ArcGIS pro. .... 18

Ilustración 9. Creación del campo altura en la capa de infraestructura del proyecto..... 20

Ilustración 10 Archivos de salida del geoproceto ..... 21

Ilustración 11 Tabla de número estimado de personas que son impactadas en la visibilidad ..... 22

**Listado de Tablas**


Tabla 1 Metodología de componentes principales y experimentos de elección..... 29

Tabla 2 Metodología: Enfoque hedónico ..... 31

Tabla 3 Experimentos de elección de preferencias declaradas ..... 33

Tabla 4 Metodología de preferencias declaradas – costo de viaje ..... 35

Tabla 5 Preguntas orientadoras para el desarrollo de una valoración económica enfocada a la calidad visual del paisaje..... 37

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

## 2. INTRODUCCIÓN


La evaluación del paisaje visual se convierte cada vez más en una herramienta de gestión y planificación del territorio, que permite comprender y ordenar los elementos naturales y antrópicos que lo conforman. De esta forma, este tipo de análisis trasciende de la mera descripción del entorno para convertirse, por ejemplo, en la base de formulación de políticas y toma de decisiones para procesos de conservación de servicios ecosistémicos estéticos.

Los beneficios que los ecosistemas proveen a los humanos son llamados servicios ecosistémicos, los cuales son categorizados en cuatro clases: Soporte, Provisión, Regulación y Cultural (MEA, 2003). Uno de los servicios ecosistémicos culturales, es la calidad visual o estética del paisaje (también llamado belleza escénica o valor estético), el cual se refiere a la capacidad de los paisajes para proporcionar un atractivo visual y emocional a las personas, lo que depende tanto de las características propias del terreno (formas, colores, texturas y elementos) como de quien lo percibe. Ya sea una majestuosa montaña, una playa de arena blanca, un bosque frondoso o una ciudad histórica, estos paisajes no solo proporcionan un deleite estético, sino también impactan la identidad cultural y la forma de relacionarnos con el entorno, además de ser la base para otros beneficios no materiales como: diversidad cultural, valores espirituales religiosos, inspiración, relacionamiento social, sentido de pertenencia, herencia cultural, recreación, ecoturismo, entre otros (MEA, 2003).

Dada la importancia de la belleza escénica de los paisajes, la normatividad colombiana ha dado relevancia a la conservación de estos

- Numeral 8 del artículo 1 de la Ley 99 de 1993 que enuncia que *“El paisaje por ser patrimonio común deberá ser protegido.”*
- Literal c del artículo 42 de la Ley 99 de 1993 que se refiere a las tasas retributivas y compensatorias por la depreciación del ambiente que cause daños sociales: *“El cálculo de la depreciación incluirá la evaluación económica de los daños sociales y ambientales causados por la respectiva actividad. Se entiende por daños sociales, entre otros, los ocasionados a la salud humana, el paisaje, la tranquilidad pública, los bienes públicos y privados y demás bienes con valor económico directamente afectados por la actividad contaminante...”*
- Artículo 2.2.1.7.1.1. (sección 1, capítulo 7, parte 2, libro 2) del Decreto 1076, Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), el cual menciona: *“la alteración perjudicial o antiestética de paisajes naturales es un factor que deteriora el ambiente; por consiguiente, quien produzca tales efectos incurrirá en las sanciones”.*

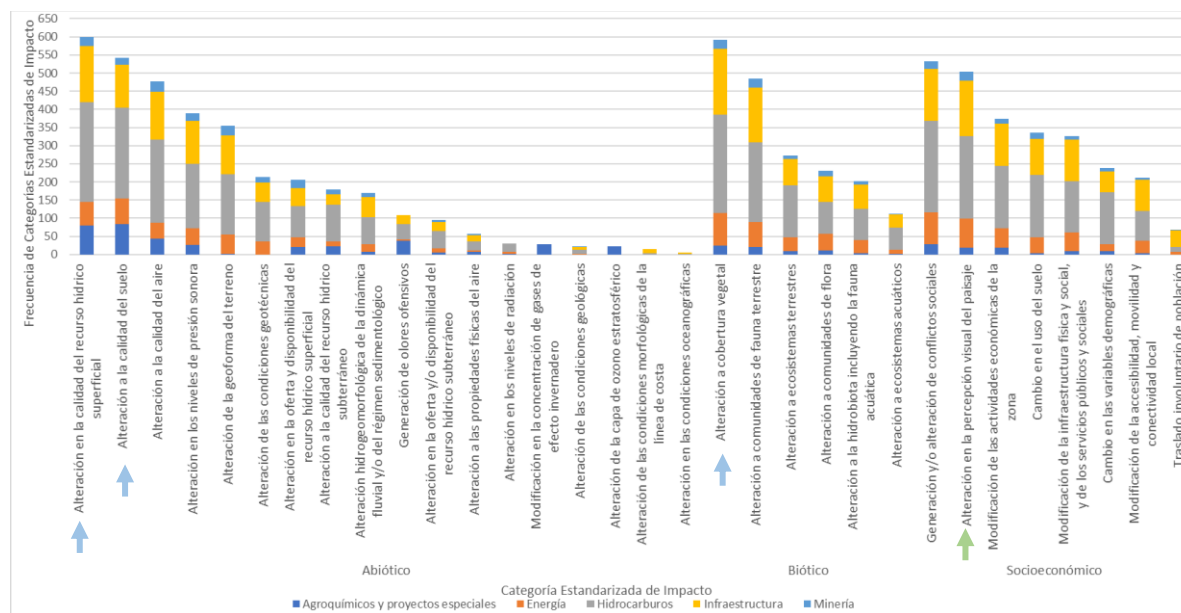
Sin embargo, algunas excepciones a los anteriores artículos están dadas en el marco del desarrollo de los Proyectos, Obras o Actividades (POA) de los que tratan los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 (sección 2, capítulo 3, título 2, parte 2, libro 2) del Decreto 1076, Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), los cuales requieren previo al inicio de las actividades, una licencia ambiental, que los faculte (de manera condicionada al cumplimiento de requisitos, términos, condiciones y obligaciones), a la alteración de los componentes ambientales, entre ellos el paisaje (artículo

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

2.2.2.3.1.3. de la sección 1, capítulo 3, título 2, parte 2, libro 2 del decreto ley 1076 de 2015). Esta reglamentación, también quedó plasmada en el Artículo 49 de la Ley 99 de 1993: “De la Obligatoriedad de la Licencia Ambiental. La ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje requerirán de una Licencia Ambiental”.


De los impactos referidos al paisaje, que son reportados a la ANLA dentro de los POA, se pueden encontrar casos como: “Cambio en la calidad visual”, “Afectación al atractivo escénico”, “Desmejoramiento de la naturalidad paisajística” entre otros. Estas diversas formas de nombrar el mismo impacto ambiental quedan homogenizadas en la categoría estandarizada de impacto (CEI) “Alteración a la percepción visual del paisaje”<sup>1</sup> del instrumento de Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales (EJIA) (ANLA, 2022). Dentro del instrumento mencionado, se ubica la afectación al paisaje dentro de las cuatro CEI más frecuentes (Ilustración 1 apuntado con flecha verde), además comparte las primeras posiciones con otras CEI que directamente tienen relación con generar efectos al paisaje, como es el caso de: “alteración en la calidad del recurso hídrico superficial”, “alteración a cobertura vegetal” o “alteración a la calidad del suelo”, entre otros (señalados con flecha azul en Ilustración 1).

Ilustración 1 Frecuencia de Categorías Estandarizadas de Impactos.



La versión 2022 del instrumento EJIA analizó una muestra de 1082 expedientes con un total de 8240 impactos. Fuente: Tomado de ANLA, 2022

<sup>1</sup> A lo largo del presente documento, se relacionará esta CEI para hablar del impacto al paisaje.

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23


Dada la alta frecuencia con la que se reporta la alteración del paisaje en los POA evaluados por la ANLA, éste posee una alta probabilidad de ser incluido en la Evaluación Económica Ambiental y en el Análisis Costo Beneficio (ACB)<sup>2</sup>, es decir, que los impactos al paisaje pueden revestir las más altas calificaciones obtenidas dentro de la evaluación ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2017). A pesar de esto, en Colombia no se tiene una clara metodología oficial para la cuantificación y verificación de información relacionada con la evaluación del paisaje, ni en lo relacionado con la estimación del área y posible población afectada por la introducción de elementos antrópicos a paisajes naturales. En este sentido, queda clara la necesidad de generar aportes metodológicos a la cuantificación de la variación a la *“Alteración de la percepción visual del paisaje”* en cualquiera de las etapas del licenciamiento ambiental, que pueda generar alguna afectación a los habitantes inmersos o circundantes a un POA. Así, este documento presenta un modelo automatizado en sistemas de información geográfica para la cuantificación de las cuencas visuales del paisaje y contiene fichas resumen con las principales metodologías usadas para la valoración de impactos al paisaje visual. No obstante, es de mencionar que no se pretende que la sola implementación del presente instrumento sea suficiente para dimensionar la totalidad del impacto ambiental de interés, dado que la valoración integral del impacto al paisaje deberá incluir información empírica del área de estudio relacionada por ejemplo con elementos socioculturales para evaluar la percepción local del paisaje y biofísicos que permitirán determinar la capacidad de absorción visual del mismo.

Finalmente, el presente documento en el acápite 7 de Desarrollo, posee tres secciones principales:

- Marco teórico y conceptual del paisaje: Esta sección pretende dar a conocer los conceptos y teorías que rigen este documento, revisando particularmente el concepto de paisaje, sus componentes y métodos de estudio encontradas en literatura.
- Cuantificación de la cuenca visual del paisaje: Se presenta la herramienta construida bajo un Sistema de Información Geográfica (SIG), con la cual se podrá cuantificar de manera automatizada la cuenca visual de un POA. En primera instancia, se presenta el resumen de algunos estudios encontrados en literatura, en los cuales se han empleado los SIG para la cuantificación automatizada del área de cuencas visuales. En la segunda parte de la sección, se presenta el modo de uso de la herramienta, la forma de interpretar los resultados y las limitaciones de esta.
- Valoración económica del impacto *“Alteración a la percepción visual del paisaje”*: se presentan una serie de aproximaciones hipotéticas tomando como referencia resultados de aplicación de la herramienta y las preferencias reveladas o declaradas de una población circundante o inmersa en los proyectos hipotéticos. Esta información se presenta a partir de una revisión bibliográfica en revistas indexadas, libros u otras fuentes de información

---

<sup>2</sup> El impacto puede ser valorado económicamente a través de alguna de las metodologías mencionadas en el documento de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, (2017). Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

académica. Adicionalmente se presentan algunas preguntas orientadoras enfocadas a todo el proceso de cuantificación y valoración económica.

### 3. OBJETIVO

El presente documento se desarrolló teniendo en cuenta el objetivo de: Estandarizar una metodología para la estimación de la cuenca visual del paisaje y brindar elementos conceptuales que faciliten su valoración económica ambiental.

### 4. ALCANCE

Se enfoca a profesionales involucrados en la formulación y evaluación de EIA (profesionales físicos, sociales, de paisaje y de valoración económica), de los diferentes sectores económicos competencia de la ANLA (ver restricciones en subsectores dentro del numeral 7.2.3)

### 5. DEFINICIONES

**BELLEZA ESCÉNICA:** Sinónimo de calidad visual del paisaje (Ramírez Arias, 2022)

**CALIDAD PAISAJÍSTICA O CALIDAD VISUAL:** Son las características visuales y emocionales que dan el carácter de belleza del paisaje, por las cuales, este tiene mayor o menor mérito de ser conservado o alterado (Cifuentes, 1979, citado en Solari & Cazorla, 2019).


**CUANTIFICACIÓN BIOFÍSICA:** medición del cambio o delta ambiental que causa el impacto de manera física, espacial y temporal (MINAMBIENTE 1669 de 2017).

**CUENCA VISUAL DEL PAISAJE:** La cuenca visual es una de las variables con las cuales se analiza el paisaje y se define el área que es visualizada desde un punto de observación (Fdez-Cañadas, 1977, citado en Tévar Sanz, 1996);

**MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (MDE):** es un tipo de Modelo Digital de Terreno (ver definición), cuya variable es la elevación (tomado de Olaya, 2020) y al cual se le conoce como modelo de terreno desnudo o sin vegetación, pues no tiene en cuenta estructuras (construcciones) ni elementos naturales como la vegetación (Bravo Morales, 2017).

**MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE (MDS):** Es un tipo de Modelo Digital de Terreno (ver definición), cuya variable es la elevación, pero a diferencia del MDE, este tipo de modelo incluye los elementos que se encuentran sobre el terreno, como los edificios, la cubierta forestal, puentes, entre otros (Bravo Morales, 2017).

**MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT):** es una representación matemática tridimensional de la superficie terrestre que muestra la topografía y las características del terreno en una variable

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

cuantitativa y continua. En este tipo de modelos la variable no necesariamente es la elevación, sino también pueden ser temperatura, humedad, etc. (Olaya Víctor, 2014).

**PAISAJE ECOLÓGICO:** Área heterogénea compuesta de un grupo de ecosistemas que interactúan y se repiten de manera similar en toda su extensión (Forman y Godron, 1986, citado en Odum & Barret, 2006)

**PAISAJE VISUAL:** Corresponde a la apreciación estética de un entorno o panorama a través de los sentidos visuales. Se refiere a la belleza y armonía percibida en la composición de elementos naturales y culturales, como montañas, ríos, edificios y otros elementos visibles (García Romero & Jiménez 2001). Su descripción se realiza por medio de la descripción de variables como: cuenca visual, calidad visual y fragilidad o vulnerabilidad visual del paisaje (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018)

**RESOLUCIÓN ESPACIAL:** “Unidad mínima de representación de un elemento en terreno sobre la imagen” (IGAC, 2020). Se determina por el tamaño de los píxeles, lo que determina el nivel de detalle que es reconocible en una imagen (ESRI, 2023).

**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS:** beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad (MINAMBIENTE 1669 de 2017).

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG):** Es un conjunto de herramientas con naturaleza integradora para el manejo general de información georreferenciada, la cual está compuesta por cinco piezas fundamentales: datos, tecnología, análisis, visualización y factor organizativo (tomado de Olaya, 2020).


**VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS:** implica asignar un valor monetario a los beneficios que los humanos obtienen de los ecosistemas. Esto puede incluir provisiones como alimentos y agua, regulación del clima, soporte de la biodiversidad, o beneficios culturales como el recreo. Ayuda a informar decisiones de conservación y política (MINAMBIENTE 1669 de 2017).

**VALORACIÓN ECONÓMICA:** procedimiento que se vale de distintas técnicas cualitativas y/o cuantitativas, para asignar un valor monetario a las afectaciones positivas y negativas generadas por el desarrollo de un POA (MINAMBIENTE 1669 de 2017).

## 6. NORMATIVIDAD

A continuación, se citan las principales normas que enmarcan el instrumento:

NORMA	OBJETO
<b>Ley 99 de 1993</b>	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

	naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
<b>Decreto 1076 de 2015</b>	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
<b>Resolución MINAMBIENTE 1669 de 2017</b>	Por la cual se adoptan los Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de Licencia Ambiental o Instrumento Equivalente y se adoptan otras determinaciones.
<b>Resolución MINAMBIENTE 1402 de 2018</b>	Por la cual se adopta la Metodología General para Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se adoptan otras disposiciones.

## 7. DESARROLLO

### 7.1 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL DEL PAISAJE.


Existe una diversidad de conceptos de paisaje que surgen de variados enfoques y paradigmas, los cuales se pueden reducir a dos principales según García Romero & Jiménez (2001): i) el concepto del paisaje existente en el terreno, compuesto de elementos bióticos y físicos, cuya existencia es ajena a la interpretación humana; y ii) el paisaje entendido como una imagen de los elementos biofísicos, que son percibidos y valorados por la interpretación humana, a partir de los sentidos.

En cuanto a la primera perspectiva de paisaje, esta no refleja el alcance de este documento, ni de la herramienta que lo acompaña; no obstante, consideramos mencionarlo para su conocimiento. En este sentido, Forman y Godron, 1986, (citado en Odum & Barret, 2006) concuerdan al definir el paisaje como: un área heterogénea compuesta de un grupo de ecosistemas que interactúan y se repiten de manera similar en toda su extensión. En esta definición, los componentes del paisaje son los ecosistemas, los cuales son dinámicos e interactúan entre ellos, para dar por ejemplo el carácter único que tiene una cuenca hidrográfica.

En cuanto a la segunda perspectiva planteada, esta será descrita en el siguiente apartado y corresponde al eje fundamental del presente documento e instrumento que lo acompaña.

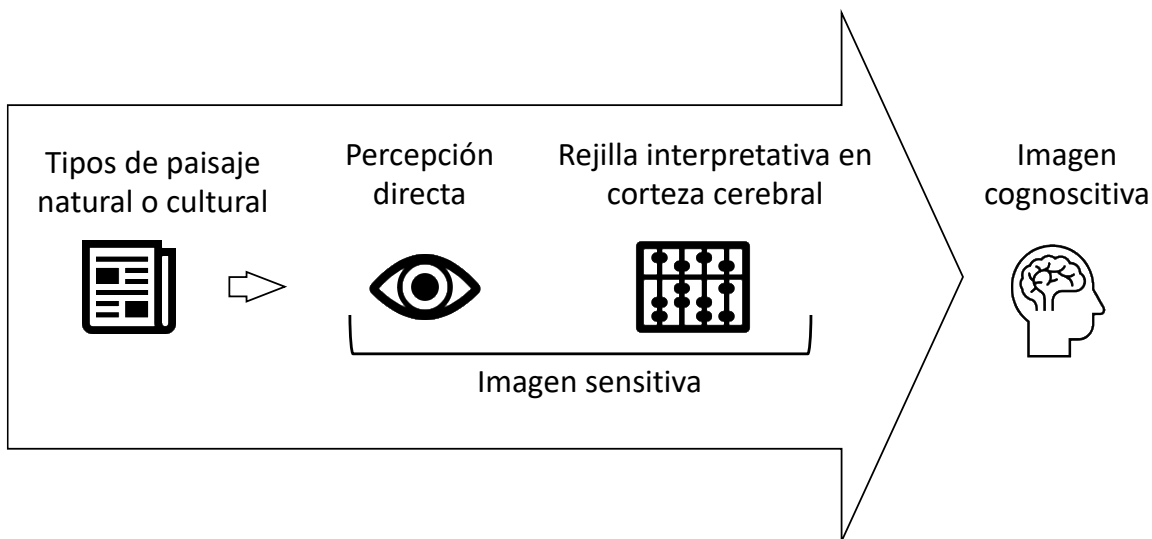
#### 7.1.1 Paisaje percibido o paisaje visual.

El paisaje también es contemplado como una porción del terreno, formada por factores naturales (como geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua, entre otros) y antrópicos que son percibidos por los sentidos de un sujeto desde un lugar y tiempo determinado (Ilustración 2) (DUNN, 1974; MOPT, 1992, citado por Muñoz-Pedreras; y Ramos y Aguiló 1988 citado en Tévar Sanz Gonzalo 1996). En este sentido, cobran relevancia dos aspectos;

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

- i. Se integra la idea de una imagen compuesta por dimensiones físico-naturales, económicas y socioculturales, las cuales son percibidas subjetivamente por la mente humana que ha tenido una construcción a partir de la experiencia y que es dependiente del contexto social y cultural donde se desarrolle (García Romero & Jiménez, 2001; Orozco Cañas & Salcedo, 2013; Vaccaro Rivera, 2020) (ver Ilustración 2);
- ii. Interacción cultura-sociedad con el paisaje, y su relación causa que se moldeen y modifiquen mutuamente entre sí, generándose lazos afectivos de la comunidad con su entorno, conllevando a la modificación del comportamiento individual y colectivo (Solari & Cazorla, 2019).


*Ilustración 2. Modelo de paisaje percibido y valorado por el humano.*



Fuente: tomado y modificado de Matteucci et al 2010

Para los dos aspectos mencionados, se trae lo dispuesto por Barrasa (2010) y Tévar Sanz (1996), quienes menciona que, el estudio del paisaje busca entender aspectos estéticos, interpretativos y de percepción, que pueden abordarse de dos maneras complementarias:

- i. Enfoque cualitativo, centrado en respuestas perceptuales de los observadores: Este estudio se basa en que el paisaje es percibido por varios sentidos del humano, aunque el sentido de la vista es el más usado para evaluar las preferencias entre uno u otro (Martínez de Pisón, 2009, citado en Barrasa, 2013). A través de este tipo de investigaciones, se ha inferido que las preferencias hacia los paisajes están dadas tanto por razones evolutivas del humano, como por características propias del observador, quien es influenciado entre otras cosas por su cultura, experiencia y edad. Sin embargo, a pesar de que las preferencias por uno u otro paisaje varían de persona a persona, autores como (Barrasa, 2010; García Romero &

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

Jiménez, 2001; Muñoz-Pedrerros, 2017; Solari & Cazorla, 2019) mencionan que paisajes naturales con topografía irregular, coloraciones azules tanto en agua como en el cielo, vegetación variada y densidades y alturas de árboles altas, con cuerpos de agua de preferencia limpia y en movimiento, suelen preferirse casi de manera generalizada.


- ii. Enfoque cuantitativo, enfocado a estimar el componente biofísico del medio. Según (Solari & Cazorla (2019) se miden variables que permiten obtener el valor territorial del paisaje y así aportar a los procesos de ordenación del territorio.

Como consecuencia, las dos metodologías planteadas para la evaluación del componente de paisaje visual o percibido se complementan entre sí, con el fin de ampliar la información de estudio, descripción y medición. En los siguientes dos apartados, se presentan métodos con los cuales se puede abordar.

### **7.1.2 Paisaje en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales**

La Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MGEPEA)(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018), enuncia dentro de lo requerido para la caracterización del paisaje que, su estudio debe abordarse cuantitativa y cualitativamente, y considerar información de los componentes asociados a los medios abiótico, biótico y socioeconómico, a fin de integrarla coherentemente para reflejar la realidad del paisaje del territorio. Además, dentro de lo mencionado en la MGEPEA, se hace relación al análisis de variables que coinciden con la herramienta que soporta el presente documento; en este sentido se encuentran las siguientes:

- i. Análisis de visibilidad: el cual hace relación a la cuenca visual, que es visualizada desde un punto de observación (Fdez-Cañadas, 1977, citado en Tévar Sanz, 1996); al interior de este se analizan variables como:
  - Rayo visual, que corresponde a la recta imaginaria que, partiendo desde el punto de observación, conecta con otro punto destino, del cual se quiere saber si es visible o no.
  - Pendiente virtual o visual que es la tangente formada por la visual con la horizontal, la cual se calcula como la diferencia entre las cotas del punto de observación y el punto de destino, dividida por la distancia medida en el plano horizontal. Si la pendiente visual del destino es mayor que todas las pendientes de los puntos intermedios al observador, entonces el punto de destino es visto y existe una intervisibilidad entre ambos puntos, de lo contrario, el punto destino, no será visto.
- ii. Análisis de calidad paisajística o calidad visual: Son las características visuales y emocionales que dan el carácter de belleza del paisaje, por las cuales, este tiene mayor o menor mérito de ser conservado o alterado (Cifuentes, 1979, citado en Solari & Cazorla, 2019).

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

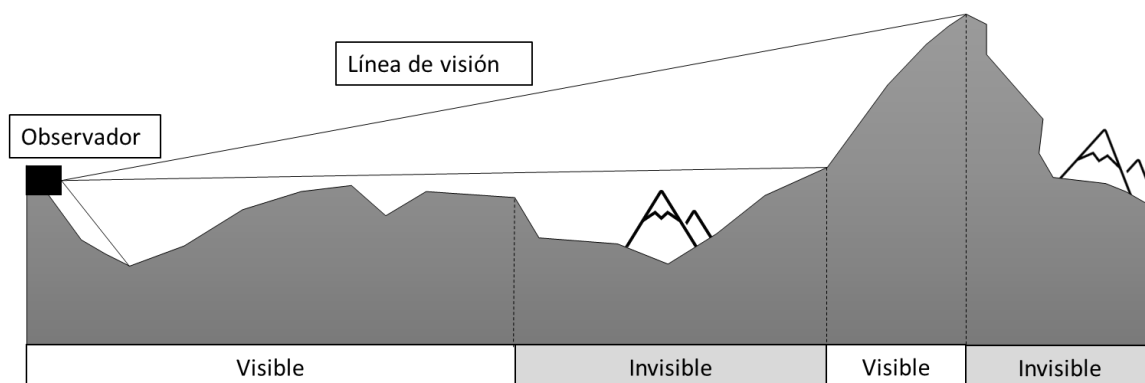
- iii. Fragilidad o vulnerabilidad visual del paisaje: Es la susceptibilidad de cambio que tiene un paisaje al someterse a un uso o actuación sobre él, o de manera similar, la aptitud del paisaje de absorber visualmente las modificaciones o alteraciones, manteniendo su calidad visual. En este sentido, a mayor fragilidad o vulnerabilidad, menor la capacidad de absorción visual del paisaje y mayor la afectación de la calidad al introducir elementos nuevos. Esta variable depende de la pendiente, orientación topográfica, el suelo, la cobertura vegetal, tamaño, forma de las estructuras y complejidad de la cuenca visual, entre otros factores (Solari & Cazorla, 2019).

De estas variables, tanto la primera como la segunda son objeto de análisis en el presente instrumento y la base de estas se enfoca en un desarrollo en SIG. Casos exitosos con el manejo del paisaje con SIG se detallan en la revisión de literatura presentada en el siguiente apartado.


Ahondando en la variable de análisis de visibilidad, este requiere de un modelo digital de elevación (DEM) que es un tipo de archivo en formato raster (también conocido como rásteres, son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados) que está constituido por píxeles (del inglés *picture element*), cada uno de los cuales contienen la altitud sobre el nivel del mar en números continuos.

El procedimiento de los raster en un sistema SIG para la evaluación del paisaje consiste en proyectar desde un píxel del DEM (celda del sitio de observación), líneas o rayos de visión hacia cada una de las demás celdas del área de interés y evaluar contra el valor de altura de las demás celdas la trayectoria de la línea de visión que se puede generar; con esto se definir si es visible o no desde el punto de observación (Ilustración 3). Así, cada una de las celdas del área de estudio, se clasifican en celdas observadas o no desde un punto del observador (Matteucci et al., 2010).

Ilustración 3. Principio de determinación de visibilidad.



Fuente: tomado y modificado de Matteucci et al 2010

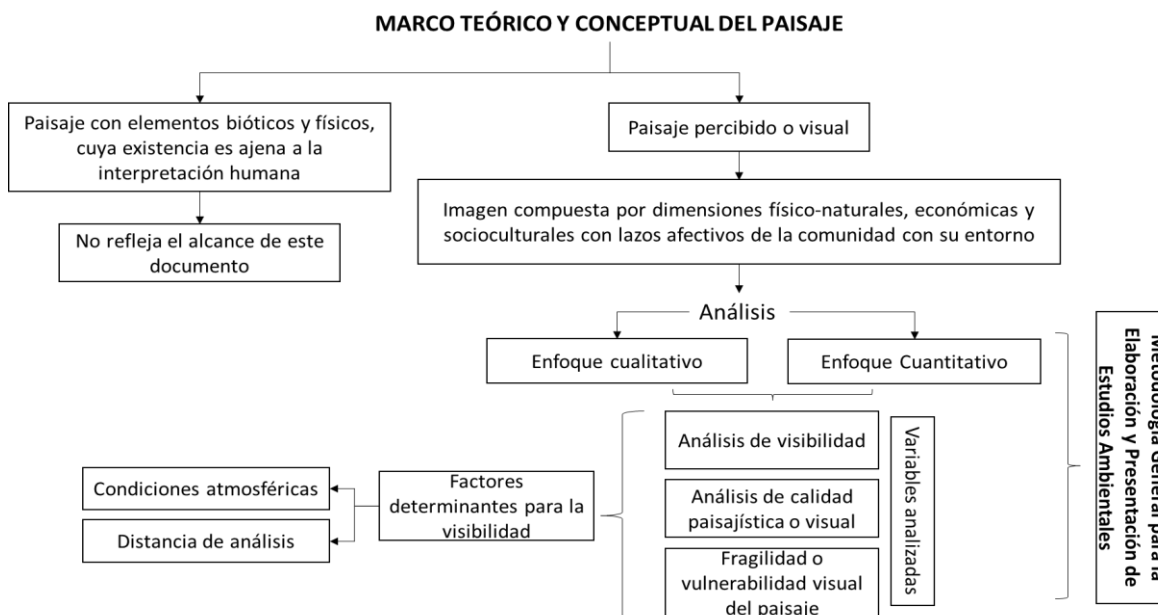
	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23


Además de incluir la línea de visión y la pendiente visual, los SIG incluyen en los análisis cuantitativos automatizados de cuencas visuales, otros factores determinantes para la visibilidad, es el caso de:

- Condiciones atmosféricas: un mismo objeto puede ser visible o no desde un sitio de observación, según, por ejemplo, las partículas de polvo o vapor que contenga la atmósfera.
- Altura del observador: será adicionada al valor numérico de la altitud del terreno, representada en el valor del píxel.
- Distancia de análisis: está relacionada con el alcance máximo de una cuenca visual, dado que la distancia provoca la disminución de la nitidez (Morlans, n.d.; Servicio de Evaluación Ambiental, 2019).

En este sentido, las cuencas visuales facilitan modelar la visibilidad que se tiene en el terreno y permite plantear situaciones con o sin la introducción de un elemento en el paisaje y así realizar análisis prospectivos con mayores elementos de juicio. Bajo el contexto mencionado se presenta una herramienta desarrollada por la ANLA, que permite cuantificar el área de las cuencas visuales por medio del uso de SIG, lo que facilita un modelo de visibilidad de un objeto en un área determinada. El modelo podrá ser tomado como un insumo y punto de partida que debe ser verificado y complementado con estudios en campo, dado que algunas variables locales y temporales pueden afectar la visibilidad y no son tenidos en cuenta en este tipo de modelos automatizados, como por ejemplo la iluminación, el deslumbramiento y el contraste, entre otros. En la Ilustración 4 se resume el marco teórico y conceptual tenido en cuenta en este documento.

*Ilustración 4 resumen del marco teórico y conceptual del paisaje. Elaborado por grupo de valoración económica de SIPTA – ANLA.*



	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA


## **7.2 CUANTIFICACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE.**

La cuantificación de la cuenca visual, como una de las variables para entender el estado de los paisajes visuales, ha sido ampliamente modelada por medio de sistemas de información geográfica. En este sentido, a continuación, se presentará una breve revisión de literatura en los que se ha realizado este tipo de metodologías para determinar desde cuáles puntos en un área geográfica, puede observarse o no un elemento introducido. Posterior a esto, se presentará la herramienta desarrollada por la ANLA para cuantificar esta variable y las personas potencialmente impactadas por el cambio en los elementos del paisaje.

### **7.2.1 Evaluación de las cuencas visuales del paisaje por medio de sistemas de información geográfica: reseñas de literatura.**

La evaluación del paisaje visual es un proceso fundamental para la planificación del territorio y la gestión de los recursos naturales, donde identificar y valorar los elementos naturales, culturales y sociales que lo conforman es imperativo. En este sentido, las herramientas de información geográfica, como las técnicas de análisis espacial, modelación, simulación de escenarios prospectivos y la producción cartográfica, entre otras, son claves para integrar de manera eficiente la información espacial, aérea y terrestre, con los elementos, procesos y fenómenos que constituyen el paisaje (Ojeda, 2002). A continuación, se resumen algunos estudios que han incorporado los SIG para la evaluación del paisaje visual.

El trabajo de Pou Merina (2012), titulado "Desarrollo de una metodología de integración paisajística de las autopistas", que se encuentra dentro del proyecto "Operación de Autopistas Seguras e inteligentes y sostenibles (OASIS)", se enfocó en desarrollar una metodología de integración paisajística de las autopistas, con el fin de conservar y optimizar el paisaje por el que discurren. Para ello, se realizó un análisis de más de 2.000 Km de autopista, identificando los diferentes paisajes vistos desde la carretera, elaborando un catálogo de fotografías digitalizadas y georreferenciadas, aplicando una novedosa metodología de valoración de la calidad del paisaje mediante SIG. Además, se emplearon los SIG para determinar los elementos de integración y propuestas de alternativas con mejor adecuación paisajística, así como para determinar el impacto paisajístico provocado por las autopistas para un observador externo a la vía y la elaboración de un mapa del paisaje verificado y contrastado mediante el uso de material fotográfico. El análisis del paisaje permitió observar variaciones en tres componentes principales del paisaje: relieve, usos de suelo y vegetación causadas por la autopista y al desarrollo antrópico. En relación con lo expuesto, el estudio destaca la importancia de considerar la valoración del paisaje en el diseño y operación de las autopistas, y la utilidad de los SIG en dicho proceso.

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

El análisis de la calidad visual del paisaje del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, realizado por Vallina Rodríguez (2020), propone una aproximación metodológica desde la evaluación indirecta de los valores intrínsecos del paisaje, como uno de los bloques que forman la calidad visual de cualquier espacio (los otros bloques según el autor es incidencia positiva e incidencia negativa). El objetivo principal del análisis es descomponer aquellos valores y criterios que forman parte intrínseca de los elementos visuales inherentes del paisaje de la Sierra de Guadarrama. Para esto, se utilizó la metodología de evaluación multicriterio (EMC), otorgando relevancias relativas para los criterios paisajísticos contemplados, dentro de los cuales se encuentran principalmente factores de origen natural, aunque también existen de origen antrópico. Luego de este análisis, con herramientas de SIG se integraron los resultados en una cartografía temática, que muestra detalladamente los valores de calidad visual de forma territorializada.


Finalmente, se trae el estudio de Domingo-Santos et al. en 2011, quienes propusieron una herramienta SIG para analizar la exposición visual de un terreno en paisajes forestales y rurales desde uno o varios puntos de observación, a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM). La herramienta se basa en la construcción de una red de triángulos a partir de un DEM en una cuadrícula cuadrada regular (RSG) y elimina la necesidad de calcular la pendiente y la orientación. Los valores de exposición visual para cada celda se pueden agregar para estimar el impacto visual de los elementos del paisaje representados por un conjunto de celdas en RGS. EL objetivo principal del desarrollo de esta herramienta fue mitigar el impacto paisajístico causado por las actividades forestales para cumplir con los esquemas de certificación para la gestión forestal sostenible. La herramienta se probó en una zona forestal del suroeste de España y se utilizó para analizar el impacto visual de la tala rasa de una plantación de eucaliptos en tres etapas, lo que permitió evaluar opciones para distribuir las áreas de tala rasa y minimizar el impacto visual.

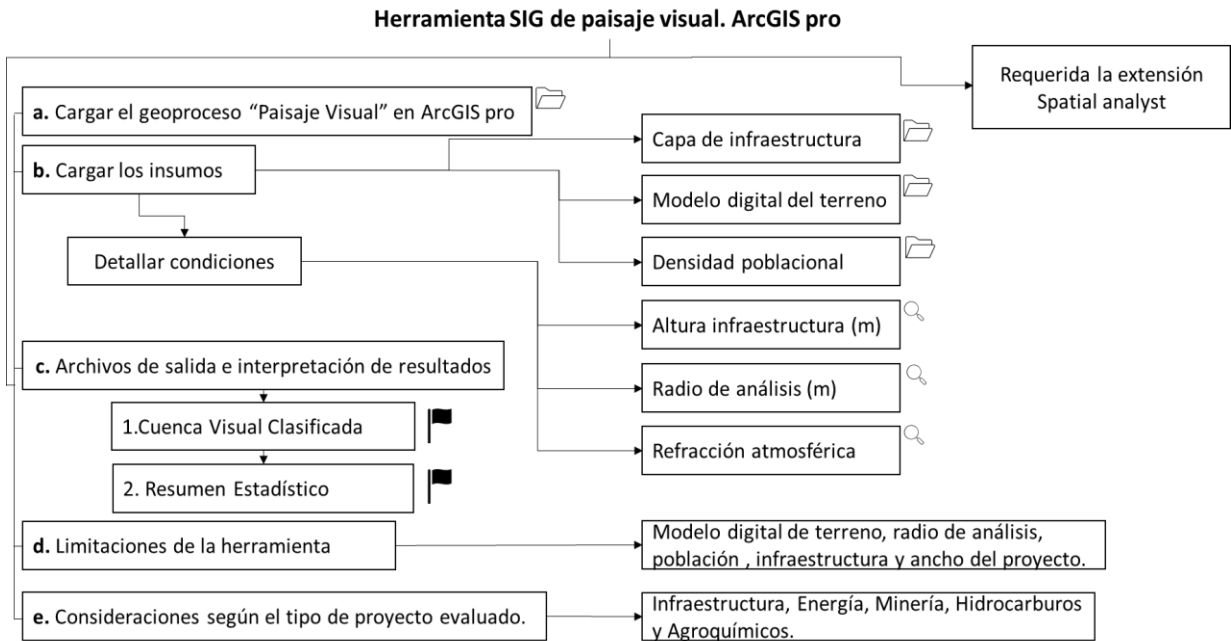
Como se mencionó en los párrafos anteriores, la versatilidad de los SIG permite introducir numerosas variables de análisis y valorarlas en función de una cuenca visual, en este sentido, la cuantificación del paisaje representa una herramienta valiosa que se puede extrapolar al escenario del licenciamiento ambiental.

### **7.2.2 Descripción de la herramienta para estimar el área impactada por un proyecto.**

Con el ánimo de poner a disposición un instrumento que permita cuantificar el área del paisaje visual y la población potencial que impacta un POA, se desarrolló una herramienta en el software ArcGIS Pro (Esri Inc., 2021) que se resume en la Ilustración 5. La usabilidad, alcances y limitaciones de esta herramienta serán presentadas a continuación.

*Ilustración 5 Resumen de la herramienta SIG para la cuantificación de la cuenca visual. Elaborado por grupo de valoración económica de SIPTA - ANLA*

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23



Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA

### 7.2.3 Paso a paso para la usabilidad de la herramienta.


Es necesario precisar, que se deberá contar con la licencia para la extensión *Spatial analyst* que permite realizar los análisis de cuencas visuales (Ilustración 6).

Ilustración 6. Extensión de Spatial Analyst con licencia activa en el software ArcGIS Pro

Esri Extensions

Name	Licensed	Expires
Publisher	No	N/A
<b>Spatial Analyst</b>	<b>Yes</b>	<b>25/08/2023</b>
StreetMap Premium Asia Pacific	No	N/A
StreetMap Premium Europe	No	N/A
StreetMap Premium Japan	No	N/A
StreetMap Premium Latin America	No	N/A
StreetMap Premium Middle East and Africa	No	N/A
StreetMap Premium North America	No	N/A
Workflow Manager	No	N/A

Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA

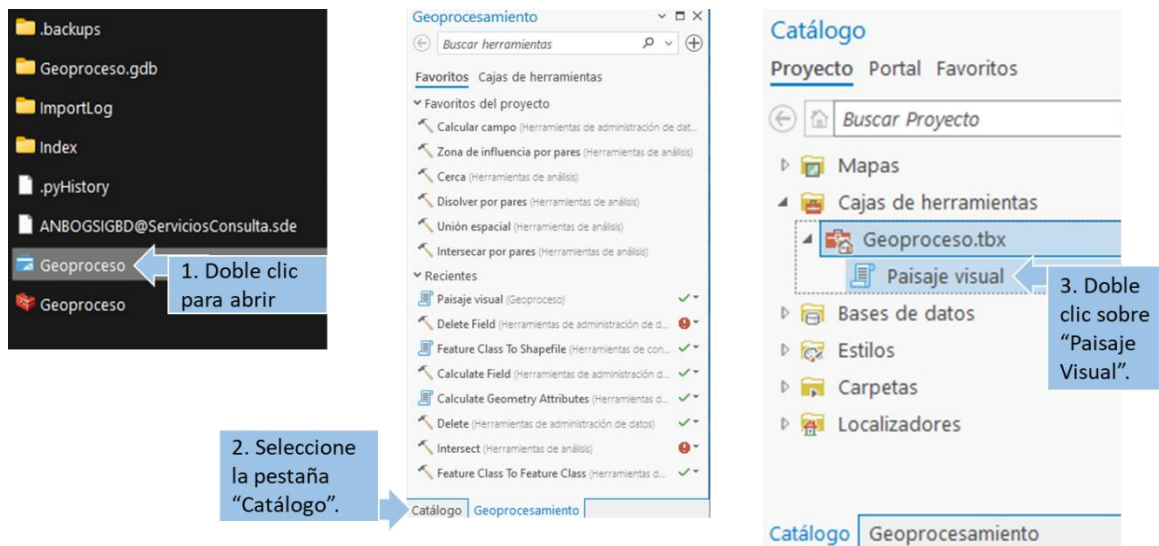
	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

**a. Cargar el geoproceto “Paisaje Visual” en el software ArcGIS pro:**

Luego de descargar y descomprimir la carpeta que contiene la herramienta, abra el archivo “Geoproceto” que se muestra en la Ilustración 7 paso 1. A continuación, en el software *ArcGIS pro*, vaya al panel de geoprocetamiento y elija la pestaña “catálogo”. En este punto, con doble clic abra el geoproceto llamado “Paisaje Visual” que se encuentra dentro de la carpeta “Cajas de herramientas” y allí dentro de “Geoproceto.tbx” (Ilustración 7 paso 3).

En caso de no tener disponible el “panel catálogo”, vaya al menú “Vista” y haga clic en “panel catálogo” para activarlo.

Ilustración 7. Abrir el geoproceto de la carpeta descargada.



Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA

**b. Cargar los insumos para ejecutar el geoproceto “Paisaje Visual”:**

Al abrir el geoproceto llamado “Paisaje visual”, se deben cargar los insumos necesarios para ejecutar el modelo (Ilustración 8), según como se muestra a continuación:


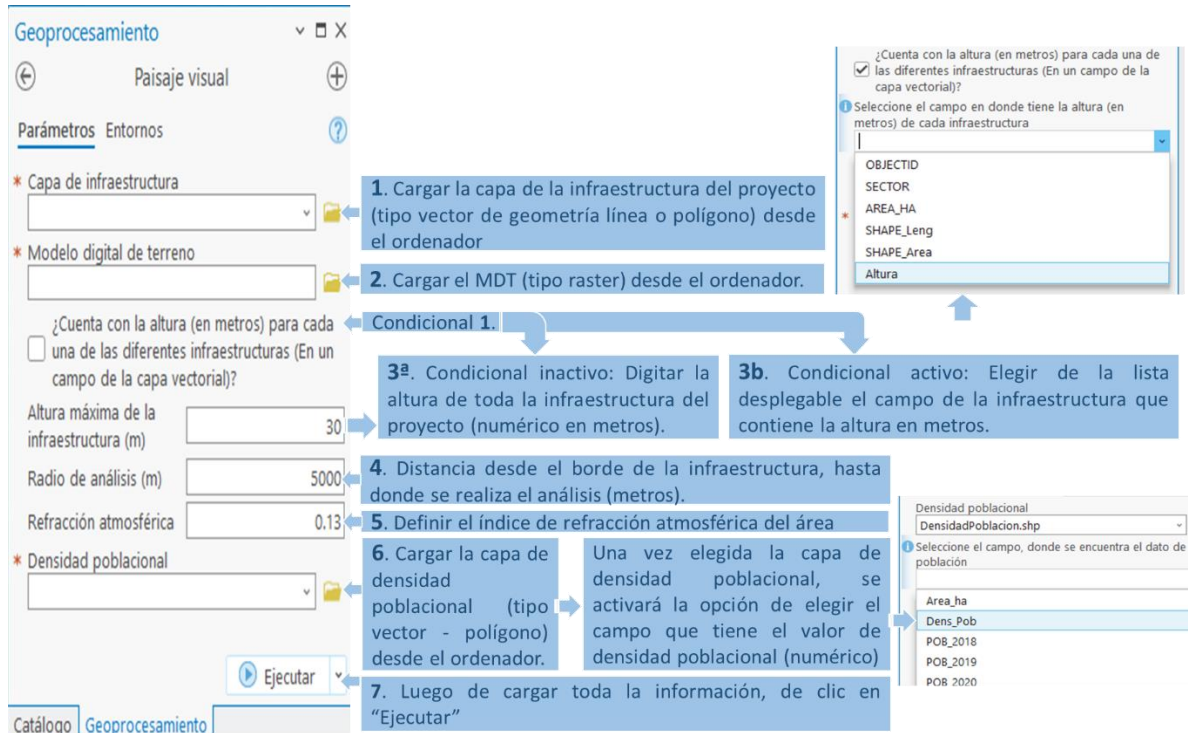
	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

Ilustración 8. Cargue de insumos para el geoproceto Paisaje Visual desarrollado por la ANLA en el software ArcGIS pro.



**1.** Cargar la capa de la infraestructura del proyecto (tipo vector de geometría línea o polígono) desde el ordenador

**2.** Cargar el MDT (tipo raster) desde el ordenador.

**Condicionales:**

**3a.** Condicional inactivo: Digitar la altura de toda la infraestructura del proyecto (numérico en metros).

**3b.** Condicional activo: Elegir de la lista desplegable el campo de la infraestructura que contiene la altura en metros.

**4.** Distancia desde el borde de la infraestructura, hasta donde se realiza el análisis (metros).

**5.** Definir el índice de refracción atmosférica del área

**6.** Cargar la capa de densidad poblacional (tipo vector - polígono). Una vez elegida la capa de densidad poblacional, se activará la opción de elegir el campo que tiene el valor de densidad poblacional (numérico)

**7.** Luego de cargar toda la información, de clic en "Ejecutar"

Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA

A continuación, se amplía la información de cada uno de los numerales descritos en la ilustración 8.

1. Capa de infraestructura (archivo tipo vectorial – línea o polígono): cargar desde el ordenador, el archivo que contenga la infraestructura del proyecto al que se le desea evaluar el impacto a la estética del paisaje. Esta capa de información es la misma que el usuario suministra en el modelo de almacenamiento geográfico (MAG) adoptado por la resolución 2182 de 2016 o aquella que la modifique o sustituya (Capa geográfica: InfraProyectoPG o InfraProyectoLN del tema Proyecto. Ver [https://www.anla.gov.co/01\\_anla/entidad/subdirecciones-y-oficinas/instrumentos-permisos-y-tramites-ambientales/sistema-de-informacion-geografica](https://www.anla.gov.co/01_anla/entidad/subdirecciones-y-oficinas/instrumentos-permisos-y-tramites-ambientales/sistema-de-informacion-geografica)). La geometría a cargar deberá corresponder con el tipo de proyecto, por ejemplo: geometría línea para proyectos como ductos o líneas eléctricas; o polígono para proyectos como puertos, puentes o minas. Para el caso de geometría tipo punto, se deberá generar un área de influencia para convertirlo a geometría tipo polígono y así incluirlo en el geoproceto. Para

Fecha:	25-ago-2023
Versión:	1
Código:	1-01-23

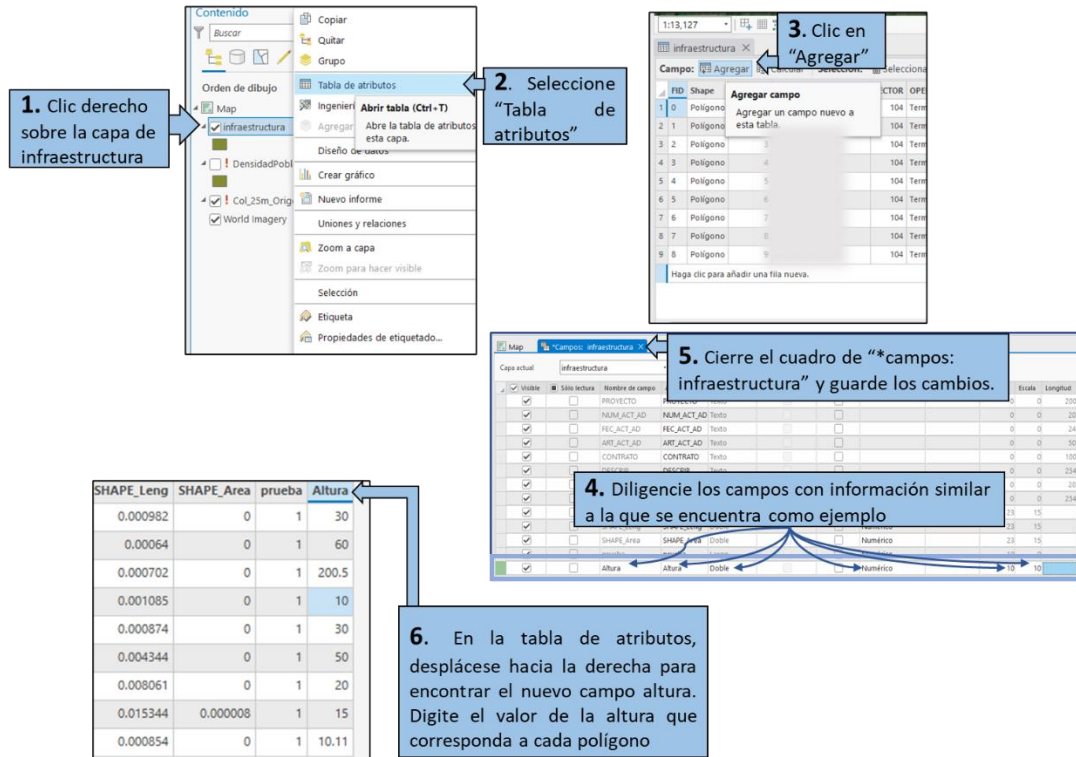
esto, se deberá hacer el uso de otro geoproceto incluido en el ArcGIS denominado “Zona de influencia” que se encuentra en el menú “Análisis”.

2. Modelo Digital de Terreno (MDT - archivo tipo raster – extensión .TIFF): se deberá cargar el archivo que contenga la información de altura sobre el nivel del mar, bien sea tipo Modelo Digital de Elevación (MDE) o Modelo Digital de Superficie (MDS). En el sitio web de descarga se pone a disposición el MDS de la parte continental de Colombia, tomado de la misión topográfica Shuttle Radar (*SRTM* por sus siglas en inglés) del año 2000 con resolución espacial de 1 arco aproximadamente (30 m aprox.). Sin embargo, si el usuario cuenta con un MDT de mayor resolución, lo podrá incorporar y realizar el análisis con este insumo.
3. Cuenta con la altura (en metros) para cada una de las diferentes infraestructuras (en un campo de la capa) - Condicional 1. Este campo funciona como un condicional por medio de una casilla de verificación que dependiendo si está activa o no, permitirá realizar una u otra acción. En caso de estar desactivada, estará activo el campo 3.a. “Altura máxima de la infraestructura (m)”, de lo contrario se activará el campo 3.b. “Seleccione el campo donde tienen la altura (en metros) de cada infraestructura”:

3.a. Altura máxima de la infraestructura (m) (tipo numérico en metros): Digitar el número o usar las flechas para seleccionar la altura de la infraestructura. Esta altura será asignada a toda la infraestructura del proyecto.

3.b. Seleccione el campo donde tiene la altura (en metros) de cada infraestructura: Dando clic sobre este campo, se desplegará una lista desplegable con el nombre de los campos (columnas) de la tabla de atributos de la capa de infraestructura cargada en el numeral 1. De esta lista desplegable, deberá seleccionar el campo que contenga la altura de la infraestructura. En caso de tener dicho campo, deberá modificar la tabla de atributos, añadiendo un nuevo campo y digitando las alturas correspondientes a cada infraestructura (Ilustración 9).

Ilustración 9. Creación del campo altura en la capa de infraestructura del proyecto.



**1. Clic derecho sobre la capa de infraestructura**

**2. Seleccione "Tabla de atributos"**

**3. Clic en "Agregar"**

**4. Diligencie los campos con información similar a la que se encuentra como ejemplo**


**5. Cierre el cuadro de "\*campos: infraestructura" y guarde los cambios.**

**6. En la tabla de atributos, desplácese hacia la derecha para encontrar el nuevo campo altura. Digite el valor de la altura que corresponda a cada polígono**

SHAPE_Leng	SHAPE_Area	prueba	Altura
0.000982	0	1	30
0.00064	0	1	60
0.000702	0	1	200.5
0.001085	0	1	10
0.000874	0	1	30
0.004344	0	1	50
0.008061	0	1	20
0.015344	0.000008	1	15
0.000854	0	1	10.11

Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA

- Radio de análisis (tipo numérico en metros): Digitar o usar las flechas para seleccionar la distancia desde el borde de la infraestructura hasta donde se realizará el análisis de visibilidad, con lo cual se delimita el área del análisis. Por defecto, se tendrá un valor de 5000 metros, sin embargo, este valor debe corresponder con la distancia máxima estimada hasta donde se pueden presentar impactos significativos en el paisaje, considerando las particularidades y características de cada POA.
- Refracción atmosférica (tipo numérico decimal): Este coeficiente se puede variar según las condiciones atmosféricas de la zona. Sin embargo, se deja por defecto 0.13 según lo expuesto en <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/tools/3d-analyst-toolbox/using-viewshed-and-observer-points-for-visibility.htm>.
- Densidad poblacional (archivo tipo vectorial-polígono): se deberá cargar desde el ordenador el archivo que contenga la información de densidad poblacional que existe en el área y posteriormente elegir el campo correspondiente de la lista desplegable. En la página web donde se encuentra alojado el geoproceso se pone a disposición una capa de densidad poblacional a nivel municipal, discriminando la información según sea casco urbano o zona rural, basados en la información del censo del DANE de 2018 (DANE, 2023). Sin embargo, si el usuario cuenta con información de densidad poblacional más detallada y precisa, la podrá incorporar y realizar el análisis con este insumo, cargando la capa respectiva. Para esto, la

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

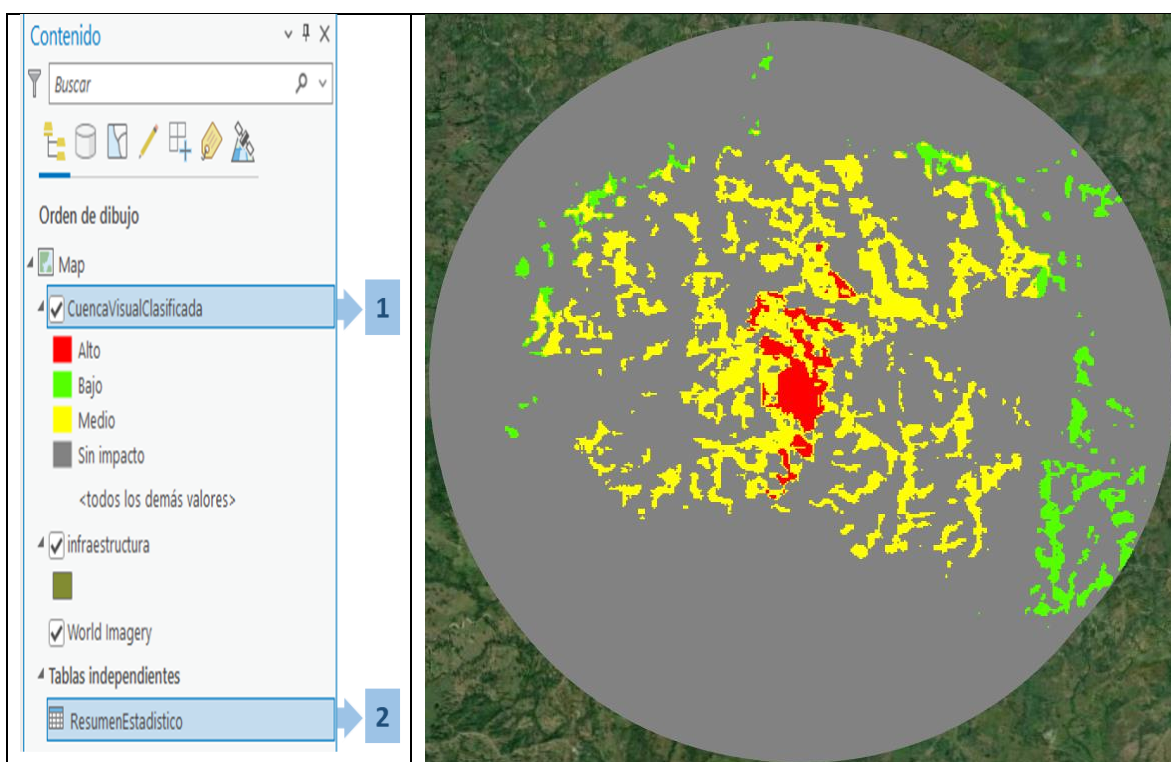
capa a incorporar deberá tener un campo tipo numérico decimal que tenga la densidad de las unidades territoriales de interés (número de personas / área de unidad territorial), diferenciando entre zonas urbanas y rurales.

7. Ejecutar: Al dar clic en este botón se iniciará el procesamiento y se mostrará el porcentaje de avance del proceso en la barra inferior. En caso de no haber diligenciado alguno de los campos anteriores, la herramienta no iniciará y generará el mensaje de alerta respectivo.

**c. Archivos de salida e interpretación de resultados:**


Una vez finalice el proceso se cargarán los resultados automáticamente en el panel llamado “Contenido” (Ilustración 10). En caso de que no lo tenga activo, podrá activarlo dando clic en menú “Vista”, y allí activar “Contenido”. A continuación, se describirán los dos archivos resultantes.

*Ilustración 10 Archivos de salida del geoproceso*



Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA

1. CuencaVisualClasificada: Este archivo contiene el análisis de visibilidad de la infraestructura incorporada en el geoproceso. Su extensión, será el radio de análisis que se incorporó como parámetro. Las zonas sin color dentro del radio de análisis, corresponde a zonas donde no hay visibilidad de la infraestructura, bien sea por distancia o por la existencia de alguna

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

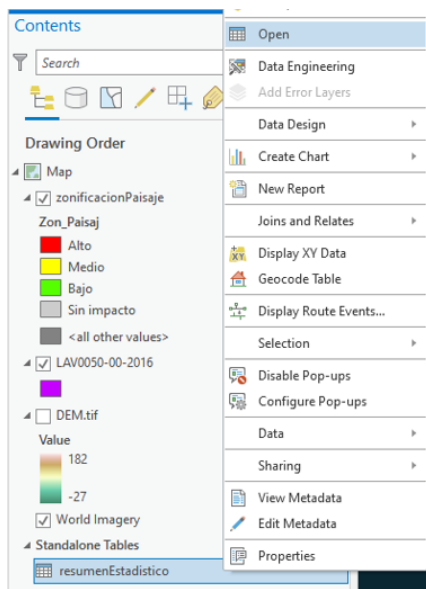
barrera visual. Por el contrario, las zonas con los colores verde, amarillo y rojo, si tienen visibilidad del proyecto y son catalogadas como áreas con impacto de visibilidad bajo, medio y alto, respectivamente. A continuación, se describen los criterios que son tenidos en cuenta en el modelo y con los cuales se clasifican las áreas.

- a. Distancia al proyecto desde cada pixel del DTM: Dado que, al aumentar la distancia a un objeto, su visibilidad disminuye, se tiene una relación inversa entre la distancia al proyecto y la intensidad del impacto. En consecuencia, se clasifica cada uno de los pixeles del DTM en las siguientes categorías.
  - I- Alto: distancias entre 0 y 33% de la distancia total evaluada.
  - II- Medio: Distancias entre 33 y 66% de la distancia total evaluada.
  - III- Bajo: Distancias entre 66 y 100% de la distancia total evaluada.
- b. Visibilidad de los vértices desde cada pixel del DTM: Este criterio incorpora en el modelo la relación directamente proporcional que existe entre un mayor impacto a la visibilidad del paisaje, con la cantidad de proyecto visible. En este sentido, esta relación se representa como el número de vértices del proyecto que son observados desde cada sitio (*pixel*) del área de influencia (o lo que es lo mismo, pero inverso, número de vértices que pueden observarse desde un sitio determinado del área de influencia). A partir de este criterio, el área se clasifica en las siguientes categorías:
  - I- Alto: Visibilidad entre el 66 y 100% del total de vértices de la infraestructura del proyecto.
  - II- Medio: Visibilidad entre el 33 y 66% del total de vértices de la infraestructura del proyecto.
  - III- Bajo: Visibilidad entre el 0.1% y el 33% del total de vértices de la infraestructura del proyecto.
  - IV- Sin Impacto: 0% de visibilidad del total de vértices de la infraestructura del proyecto.

La clasificación final de cada uno de los pixeles del DTM, en las categorías de intensidad de impacto sobre la visibilidad del paisaje (alta, media y baja), surge de ponderar los criterios a y b, en proporciones correspondientes a 60% y 40% de distancia y visibilidad respectivamente; para aquellos que tienen visibilidad de 0%, se clasifica como "Sin impacto", pues no tienen visibilidad del proyecto.

2. Resumen Estadístico: Este archivo tipo tabla, contiene para cada categoría de intensidad de impacto (alto, medio, bajo, sin impacto), el número de personas estimado que allí se encuentran. Este valor, alojado en el campo "Pob\_Estima" dependerá de la capa de densidad poblacional que se haya incorporado, de manera que entre más detallada sea, más aproximado será a la realidad la estimación realizada. Para abrir esta tabla, de clic derecho sobre la tabla y seleccione abrir (Ilustración 11).

*Ilustración 11 Tabla de número estimado de personas que son impactadas en la visibilidad*



ResumenEstadistico			
Campo: Agregar Calcular Sel			
	OBJECTID *	ClaseCV	Pob_Estima
1	1	Alto	9,991,415
2	2	Bajo	20,982,926
3	3	Medio	86,190,806
4	4	Sin impacto	731,691,078


Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA

#### d. Limitaciones de la herramienta

La herramienta presentada busca por medio de un MDT y otros procesos, cuantificar el área que pudiese ser impactada al implementar o desarrollar un POA en un lugar determinado de la superficie terrestre. Como modelo simbólico que es, el MDT ingresado al geoproceto, es la base con la cual se representa numérica y simplificada la altitud sobre el nivel del mar, facilitando realizar una serie de análisis posteriores que son susceptibles de verificación y repetición (Felicísimo, 1994). No obstante, el MDT, al igual que los procesos posteriores realizados en el procesamiento de la información, toman solamente algunos rasgos de la realidad topográfica, por lo que el resultado de estos modelos automatizados no deberá tomarse como representación exacta de la realidad, sino como descripciones aproximadas de esta, cuya precisión variará en gran parte por los insumos incluidos para el análisis (Matteucci et al., 2010).


A continuación, se nombran algunos de los aspectos que podrían condicionar la precisión de los resultados.

- **Modelo Digital del Terreno (MDT):** La información de la elevación sobre el nivel del mar es determinante en los resultados obtenidos con el geoproceto, ya que de este depende si la visibilidad desde cada uno de los vértices de la infraestructura a cada zona del área de análisis es obstaculizada o no. En este sentido, el MDT relaciona dos aspectos claves:

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

- a. Resolución del pixel: La precisión del resultado será inversamente proporcional al tamaño del pixel; entre más bajo sea el valor de la resolución espacial, mayor será el detalle del terreno y por lo tanto, el análisis de visibilidad entre el observador y el punto observado, estará más acorde a la realidad. No obstante, se deberá tener en cuenta que un MDT con un tamaño de pixel más bajo, tendrá mayor número de pixeles por unidad de área, lo que repercutirá en mayores tiempos de procesamiento computacional.
  - b. Modelo Digital de Superficie (MDS) y Modelo Digital de Elevación (MDE): incorporar uno u otro tipo de modelo incide en el resultado de la cuenca visual, dado que el MDS tienen en cuenta la altura de infraestructuras (edificios, puentes, etc.) y coberturas vegetales, mientras el MDE no lo hace. En este sentido, un MDS incorporará estructuras que limitan la visibilidad de un objeto (por ejemplo, una cobertura de árboles altos), aunque la infraestructura misma del proyecto quedará ubicada sobre la cobertura vegetal o las edificaciones que existan en el área, aumentando por lo tanto la verdadera altura de la infraestructura del proyecto. Por otro lado, al incorporar un MDE, la infraestructura del proyecto quedará efectivamente ubicada a la altura del suelo, pero las coberturas vegetales o edificaciones existentes no serán tenidas en cuenta como limitantes de la visibilidad de la infraestructura el proyecto.
- Radio de análisis: La clasificación de los valores de los pixeles en las categorías altos, medios, bajos se alterará con el radio de análisis que se incorpore. Así, por ejemplo, los pixeles clasificados como altos en un rango de análisis de 1 Km podrán pasar a ser clasificados como medios o bajos, en un rango análisis mayor y algo similar sucederá como los pixeles clasificados en medios y bajos. Contrario a esto, los pixeles clasificados como “sin impacto” serán consistentes a cualquier rango de análisis.
  - Densidad poblacional: La densidad poblacional asume una distribución homogénea de las personas por unidad de área, pues se basa en un cálculo simple de densidad. En este sentido, los valores de la población estimada que pudiese ser afectada, deberán tomarse con precaución y ser tomados como una aproximación gruesa de lo que se espera encontrar en el territorio por lo que su interpretación deberá estar acompañada del conocimiento del área de interés.
  - Infraestructura: El análisis de visibilidad no se realiza a la superficie entera de la infraestructura (por ejemplo, toda la superficie de una pared), sino que se realiza a los puntos que corresponden a los vértices de las formas poligonales o lineales que se incluyen como infraestructura del proyecto (ejemplo, las esquinas de una pared). Por esta razón, los resultados del procesamiento se verán alterados con las distancias a las que se encuentren dichos vértices y los tiempos de procesamiento serán directamente proporcionales con el número de estos.
  - Ancho del proyecto: El ancho de proyectos lineales (por ejemplo, carreteras, ductos, distritos de riego), no es un criterio que se tenga en cuenta dentro del procesamiento de las infraestructuras incorporadas como líneas. En consecuencia, si se desea tener esta variable como un criterio, se deberá incorporar la infraestructura como polígono.

Finalmente, con el fin de mejorar la eficiencia en tiempo de la ejecución del modelo, el geoproceso incluye una simplificación de la forma de la infraestructura, disminuyendo el número de vértices con

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

los cuales se generó la capa otorgada. Así, de encontrarse dos vértices a menos de 0.5 m. se realizará una simplificación, dejando sólo uno de los dos vértices y eliminando el otro.

**e. Consideraciones según el tipo de proyecto evaluado.**

- **Infraestructura:**


Para proyectos de este sector económico, no se tienen consideraciones particulares en los subsectores de aeropuertos, carreteras, construcción plantas de tratamiento aguas residuales, distritos de riego, dragados, puertos, segundas calzadas y vías férreas.

A pesar de lo anterior, para proyectos de construcción en zonas costeras o marinas y proyectos de estabilización de playas u obras marinas, se deberá tener en cuenta las precisiones que se realizan más adelante en la sección de proyectos marinos. En el caso de puentes, deberá tenerse en cuenta, además de la altura de la estructura del puente, la altura a la que se encuentra el puente sobre la superficie terrestre; por ejemplo, si un puente está sobre un río, se deberá sumar a la altura de la infraestructura del puente, la altura que existe entre el río y el puente, ya que, si no se consideran estas variables, el modelo ubicará la base del puente directamente sobre el río y el resultado obtenido será errado. Por otro lado, para proyectos de túneles, se deberán relacionar únicamente las obras o actividades que sean observables sobre la superficie terrestre, como por ejemplo la entrada y salida del túnel.

- **Energía**

No se presentan consideraciones particulares en la ejecución de la herramienta en subsectores de antenas, energías alternativas, subestaciones y termoeléctricas. No obstante, para los siguientes subsectores se deberá considerar lo siguiente:

- **Embalses:** En este tipo de proyectos, deberá tenerse especial atención en la fecha en que fue capturada la información del MDT, dado que, si la información es previa al relleno del embalse, la superficie del terreno que tendrá el modelo será el fondo del vaso a ser inundado, mientras que, si la captura de información es posterior a la inundación, la superficie del terreno será el cuerpo de agua que constituye el embalse. En este sentido, para el primer caso, la altura de la infraestructura del proyecto será la altura de la columna de agua, mientras que, para el segundo, la altura del proyecto será cero.
- **Hidroeléctricas:** Para el cuerpo de agua que incluye la hidroeléctrica, deberá tenerse en cuenta la misma recomendación dada para embalses, mientras que para la demás infraestructura del proyecto no se presentan consideraciones particulares.
- **Líneas de transmisión:** En este tipo de proyectos, la principal fuente de impacto a la visibilidad son las torres de energía, en consecuencia, se deberá asegurar que como

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

mínimo, los vértices existentes en el proyecto coincidan con la ubicación y cantidad de torres que se instalarán.

- Minería

Para todos proyectos mineros a cielo abierto se deberá tener en consideración que dado el constante cambio en la morfología del terreno que produce el avance de las obras, es necesario incorporar MDT's con información simulada (en escenario prospectivo) o actualizada (en escenarios retrospectivos) para poder realizar la evaluación o seguimiento a este tipo de proyectos. Por su parte, para proyectos mineros subterráneos, será necesario incluir como infraestructura, únicamente aquellas que se puedan observar desde la superficie, como por ejemplo las aperturas de los túneles o infraestructuras superficiales anexas.

- Hidrocarburos

Dado a que las licencias para el sector de hidrocarburos son otorgadas por zonificación, que no necesariamente será en su totalidad intervenido, incluir el área de estos polígonos sobreestimaría el impacto visual por parte del proyecto. Por lo tanto, la herramienta podrá ser usado en este tipo de proyecto, sí y sólo sí, se tiene claridad de la ubicación exacta y altura de la infraestructura que será usada realmente en los procesos de exploración o explotación.


Por su parte, para los proyectos de almacenamiento, refinerías, terminales, transporte y conducción, no se tienen consideraciones particulares al momento de ejecutar la herramienta.

- Agroquímicos y proyectos especiales

Para los subsectores de zocaría de especies cives y plantas de agroquímicos no se han encontrado particularidades específicas para la ejecución de la herramienta.

- Proyectos marinos

Para proyectos marinos, será necesario que el usuario construya previamente un MDT, que represente la altura sobre el nivel del mar. Este modelo de la parte marina deberá tener el mismo tamaño de píxel que el MDT continental que se esté usando y deberán ser unidos en uno sólo para poder ejecutar el proceso. Para la construcción del MDT marino, se recomienda tener en cuenta la cota mínima costera del área de estudio y asignar este valor a toda la malla de pixeles del modelo digital.

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

### 7.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO A LA CALIDAD DEL PAISAJE VISUAL


En el apartado anterior se mostró una forma de obtener la cuantificación de la cuenca visual para el impacto “Alteración a la percepción visual del paisaje”; llegado a este punto, el usuario puede emplear métodos de valoración económica ambiental para aproximarse a su valor económico como un referente cuantitativo. En una primera instancia, la referencia se hace sobre las variables descritas en la MGEPEA, que son objeto de análisis en este instrumento: i) Análisis de visibilidad, ii) Análisis de calidad paisajística o calidad visual, y iii) Fragilidad o vulnerabilidad visual del paisaje.

En segunda instancia, el presente apartado muestra posibles aproximaciones al abordaje de los servicios ecosistémicos asociados al paisaje; para este, teniendo en cuenta las bases de información de la ANLA, se ha asociado el impacto al paisaje dentro de los EIA con los servicios ecosistémicos de: Belleza escénica, recreación y turismo, conservación del paisaje para investigación, calidad visual del paisaje, conservación del paisaje, contemplación y disfrute de la naturaleza, decoración e inspiración y patrimonio estético. Además, se ha reportado el impacto al paisaje con el servicio de aprovisionamiento a la vez que se relaciona en los proyectos acciones de: aprovechamiento forestal, cobertura vegetal y sumidero de carbono por mencionar algunos.

Dado el contexto mencionado, una de las finalidades del presente instrumento es que las cifras que se puedan estimar con ayuda del presente apartado ayuden a mejorar los procesos de toma de decisiones sobre la asignación eficiente y sostenible del recurso paisaje.

Por lo tanto y previo a presentar las diferentes metodologías y opciones para desarrollar la valoración económica asociada al paisaje, se enuncian algunos desafíos que tiene la valoración de los servicios ecosistémicos: i) las características y particularidades de los bienes y servicios que provee la naturaleza y que se intenta valorar; ii) limitaciones de carácter epistemológico y conceptual propias de las técnicas de valoración; y iii) limitaciones derivadas del contexto socioeconómico y político en el que se desarrolla la valoración.

Teniendo en cuenta las acotaciones mencionadas, se exponen algunos ejemplos de metodologías de valoración económica empleadas en la literatura académica y se destacan aspectos a considerar en su aplicación. Para la revisión se emplearon buscadores integrados de revistas académicas e indexadas, que abarcan más de 200 bases de datos, tales como “Academic Search complete”, “Canadian Business and current Affairs Database”, “Dialnet”, “East and Central Europe Database”, “eBook Central”, “EbscoHost”, “EconLit With Full Text”; “Journal of Political Economy”, “Latin America and Iberian Database”, “Latindex”, “OECD iLibrary”, “Oxford University Press”, “Review of Economics and statistics”. “Science Database”, “Scopus”, “SciELO”, “Environmental Science Database”, entre otras. La búsqueda se realizó empleando palabras claves como: “Valoración económica del paisaje”, “Economic valuation of the landscape”, “Valor económico del paisaje escénico en proyectos eólicos”, “Economic value of scenic landscape in wind projects”, “Precios hedónicos en la valoración económica del paisaje”, “Hedonic prices in the economic valuation of

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

landscape”, “Valor económico del paisaje en proyectos de energía eólica”, “Economic value of the landscape in wind energy projects”, entre otros.

A partir de la revisión realizada, se seleccionaron cuatro artículos que mostraran una variedad de metodologías existentes. Posteriormente, se construyeron fichas resumen; datos que sirvieron para el planteamiento de un ejercicio práctico e hipotético desarrollado a partir de la herramienta descrita en la sección 7.2 “Cuantificación biofísica de la cuenca visual del paisaje” del presente documento, contando con que esta herramienta suministra información de población estimada y áreas con grado de afectación. Se aclara que el alcance de la revisión no constituye una crítica ni se realiza algún tipo de consideración sobre la significancia o validez de los modelos econométricos planteados en los documentos, ya que lo que se pretende con estas fichas es mostrar diferentes metodologías que desde la economía ambiental se pueden emplear para valorar la calidad del servicio ecosistémico del paisaje.


Ahora bien, basados en la revisión de literatura realizada, la invitación al lector es a emplear metodologías de valoración de preferencias declaradas y/o reveladas para valorar el impacto “Alteración a la percepción visual del paisaje”. Por el contrario, técnicas como la de transferencia de beneficios<sup>3</sup>, no siempre cuenta con estudios que evoquen las mismas condiciones socioeconómicas de poblaciones afectadas o semejanzas en cantidad y calidad de los servicios ecosistémicos.

### 7.3.1 Revisión bibliográfica y posibles metodologías para desarrollar la valoración económica

A continuación, se presentan cuatro casos de valoraciones económicas, correspondientes a metodologías de experimentos de elección, precios hedónicos, valoración contingente y costos de viaje. En cada valoración se presenta un resumen del artículo de referencia, con información del título, autores, contexto, muestra, metodología, servicios ecosistémicos, formas funcionales, econometría, resultados y “Aplicación práctica para un proyecto hipotético”, el cual se planteó bajo un escenario hipotético colombiano y considerando los siguientes supuestos: i) las condiciones del paisaje evaluadas en el artículo son similares a las evaluadas con el modelo con la herramienta descrita en el apartado 7.2 cuantificación biofísica del presente documento; ii) el número de personas incluidas en el estudio de referencia, es el mismo para realizar las estimaciones del ejercicio hipotético; iii) se asume que las condiciones ambientales y de preferencias paisajísticas descritas en los estudios son parecidas a las colombianas.

Sin embargo, para las condiciones sociales, políticas y económicas se implementó una metodología de actualización de datos; la cual se compone de tres momentos; el primero relaciona la búsqueda

<sup>3</sup> En relación con la transferencia de beneficios, En el documento de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, (2017), se destacan algunas desventajas como: i) Se encuentra escasez de estudios específicos para ciertos bienes o servicios ecosistémicos; ii) en la mayoría de los casos los estudios no revelan información suficiente y necesaria para realizar una transferencia del valor con la totalidad de las variables que se desearían modificar, esto es, porque no han sido elaborados con este fin; iii) está el hecho que sólo debe aplicarse cuando no es necesaria una precisión alta en las medidas de bienestar.

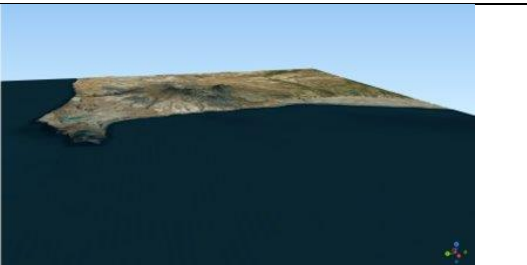
	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23


de la tasa de cambio del año de publicación del artículo de referencia, como por ejemplo: 2.832 COP por Euro (€) para representar los valores de Francia para el caso del estudio de Westerberg et al., (2015); 2.828 COP por Dólar australiano para representar los valores del estudio de Australia para el caso de Wadley et al., (2021); y \$1.902 COP por dólar para representar los valores del estudio de Estados Unidos para el caso de Krueger et al., (2011), el segundo momento correspondió a la actualización de los valores resultantes con el histórico de Índice de Precios al Consumidor IPC. Los datos se actualizaron desde el año siguiente de la publicación del artículo hasta el año 2022. La fuente de variación anual se tomó de la página <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>; finalmente, el tercer momento correspondió a la operación de resultados por el Índice de Paridad Económica o PPA por sus siglas en inglés, los datos se obtuvieron de la página: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.CD>

Como se mencionó anteriormente, la idea de los ejercicios hipotéticos es mostrar los aspectos más importantes para el desarrollo de una valoración económica e invitar a los elaboradores de valoraciones económicas a hacer uso de metodologías directas.

Tabla 1 Metodología de componentes principales y experimentos de elección

<b>Título:</b> Parques eólicos marinos en el sur de Europa: determinación de la preferencia turística y la aceptación social. <b>Fuente:</b> Westerberg et al., (2015)	
<b>Contexto</b>	El estudio se enfocó en los turistas de las playas de Languedoc Rousillon en Francia (cuarta región turística de Francia) y los parques eólicos marinos.
<b>Muestra</b>	Se realizaron 370 encuestas de las cuales 339 se consideraron válidas.
<b>Metodología</b>	Se indagó a los turistas sobre la demanda o aversión a la ubicación de los parques eólicos, la experiencia previa con aerogeneradores y si la presencia de estos (a 5, 8 y 12 km de la costa) podría afectar la elección de destino turístico (recreación).  Un aspecto por mencionar de los resultados es que la percepción de la energía eólica, el cambio climático, la aversión a combustibles fósiles, entre otros, inciden positivamente en la valoración de la utilidad y/o compensación de esta.
<b>Formas funcionales, econometría y función de utilidad</b>	Se desarrolló un modelo logístico (logit), basado en componentes principales y experimento de elección. Las variables incluían datos de: tipos de energía usada, nivel de escolaridad, ingresos y cambio climático por mencionar algunos.  En cuanto a la función de utilidad $u_{ij}$ de los usuarios (i) frente al bien o servicio ambiental (j), esta se representó como: $u_{ij} = V_{ij} + e_{ij} = V(V_{ij}, S_j, P_i) + e_{ij}$  La estructura del modelo econométrico se representó de la siguiente forma:  $V_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_p x_p$  Se determinó una Tasa Marginal de Sustitución (MRS por sus siglas en inglés) con la cual se estimó el valor resultante; su función correspondió a: $MRS = \frac{\beta_k}{\beta_p}$

	<p>En donde:</p> <p><math>V</math> y <math>V_{ij}</math> componente observable de la utilidad y su representación vectorial por persona y servicio ambiental.</p> <p><math>S_j, P_i</math> Componentes observables por muestra</p> <p><math>e_{ij}</math> componente aleatorio independiente</p> <p><math>p_{ij}</math> Probabilidad de una alternativa <math>j</math>.</p> <p><math>\beta, \beta_k</math> y <math>\beta_p</math> coeficientes estimados en la regresión econométrica.</p> <p><math>x</math> Variables del modelo</p> <p><math>e</math> Término del error.</p>
<p><b>Resultados</b></p>	<p>Los resultados señalaron que la presencia de un parque eólico marino compromete el bienestar de los turistas. En términos monetarios, la pérdida media en servicios turísticos por persona se estimó en: €140 (\$1.732.704COP) por la presencia de aerogeneradores a una distancia de 5 km, €95.2 (\$1.178.239COP) por la presencia de aerogeneradores a una distancia de 8 km y €45.5 (\$563.129COP) por la presencia de aerogeneradores a una distancia de 12 km.</p>
<p><b>Aplicación práctica para un proyecto hipotético</b></p>	<p>Para un proyecto offshore, el cual evalúa la calidad paisajística, la vulnerabilidad de esta y el servicio de recreación y disfrute del paisaje, se creó una infraestructura hipotética en la herramienta descrita en el numeral 7.2 del presente documento. Este arrojó una visualización de la infraestructura a 7 kilómetros de una costa turística. Se reporta la siguiente estimación de valor para una población de 1000 turistas que visitan una zona de playa una vez al año. Para el análisis de la infraestructura, se planteó buffer de afectación de 10 km. Este presentó visualizaciones desde la costa para un total de 339 turistas que visitan una zona de playa.</p> <p>Con un radio de 7 km, hipotéticamente se presenta una afectación a 100 turistas, lo que equivale a €95.2 con una afectación total de €9.520 (\$117.823.883COP).</p> <p>Con un radio de 10 km, se presenta una afectación hipotéticamente a 239 turistas, lo que equivale a €45.5 con afectación total de €10.874 (\$134.581.607COP)</p> <p>Sumando los resultados obtenidos, se estima una afectación por año de alrededor de €20.394 (\$252.405.490COP).</p> <div data-bbox="407 1570 1365 1833">  </div>

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

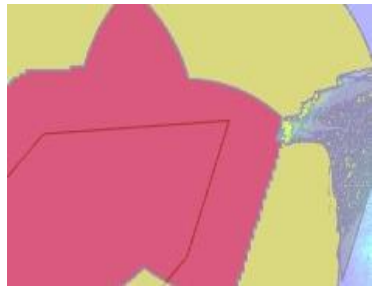
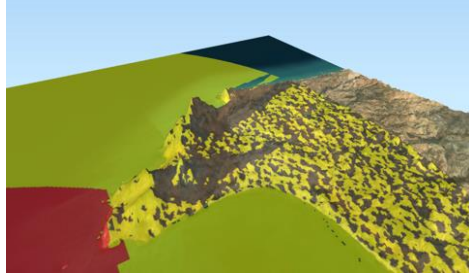
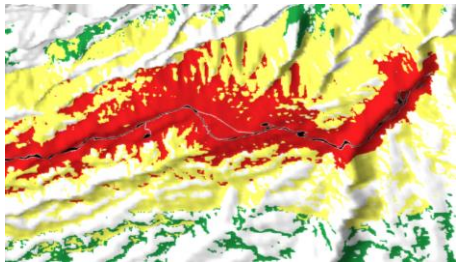
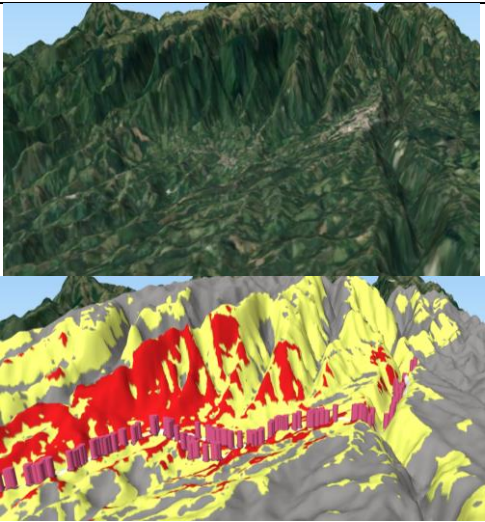

	 <p>Vista en 2D de la zonificación realizada con el geoproceso</p>	 <p>Vista en 3D del área de estudio que se muestra como referencia para apoyar la comprensión de los resultados. Arriba, área sin zonificar y abajo área con zonificación superpuesta.</p>	
<p>Visualización de una costa, que es impactada visualmente por un proyecto offshore (con un radio de análisis de visibilidad de 10 Km). En el área sombreada con rojo (alto impacto) se estimó una población de 100 turistas al año y un área de 16 ha; para la zona amarilla (impacto medio) se estimó un total de 239 turistas al año con área de 467 ha.</p> <p>Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA</p>			

Tabla 2 Metodología: Enfoque hedónico

<p><b>Título:</b> Planificación de infraestructura en Queensland, Australia: evaluación de riesgos de líneas aéreas de transmisión de alto voltaje por parte de promotores inmobiliarios y propietarios de viviendas.</p> <p><b>Fuente:</b> Wadley et al., (2021)</p>	
<b>Contexto</b>	<p>El artículo se enfocó en la valoración de los promotores inmobiliarios y los propietarios de viviendas con cercanía a líneas eléctricas de transmisión de alta tensión – HVOTL (por sus siglas en inglés), además de otros tipos de infraestructura lineal en Queensland (Australia).</p>
<b>Muestra</b>	<p>Realizaron un muestreo intraestatal (urbana, periurbana, rural) hasta alcanzar una cuota estadística suficiente de 31 promotores inmobiliarios y 600 propietarios de vivienda, mediante un total de 3.932 llamadas, obteniendo un error +/- 4,13 %, con un índice de confianza del 95%.</p> <p>Las encuestas se enfocaron en medir la percepción y problemas asociados de las partes interesadas sobre las líneas eléctricas de alta tensión (transmisión y distribución).</p>
<b>Metodología / Servicio analizado</b>	<p>Utilizaron un enfoque hedónico para estimar la posible depreciación del valor de la propiedad causado por los tipos de infraestructura establecidos junto a las viviendas.</p> <p>El modelo teórico de esta metodología y alguna de sus variables se presentan de la siguiente forma:</p> $\text{Precio} = \beta_0 + \beta_1 \text{área} + \beta_2 \text{habitaciones} + \beta_3 \text{estado de conservación} + \beta_4 \text{terreno} + \beta_5 \text{infraestructura} + \beta_6 \text{servicios urbanos} + e$ <p>En donde:</p> <p><math>\beta</math>= coeficientes con datos acerca de las viviendas.</p> <p>e= término del error.</p>
<b>Resultados</b>	<p>Los resultados señalaron que las infraestructuras menos deseables son las torres de telefonía móvil, los oleoductos, los ferrocarriles y las líneas eléctricas de alta tensión. Además, bajo un escenario de vivienda hipotética con valor de US \$500.000 (\$5 mil millones COP) se presentaron cambios de US\$59</p>

	<p>(\$617.341COP) - US\$40 (\$418.536COP) para ofertas inmobiliarias, mientras que la reducción al precio de la propiedad rondó los valores de US \$89 (\$931.243COP) hasta los US \$100 (\$1.046.340 COP).</p>
<p><b>Aplicación práctica para un proyecto hipotético</b></p>	<p>Para un proyecto terrestre, que evalúa un análisis de visibilidad y de la calidad visual, además del servicio de disfrute paisajístico y recreación pasiva, se creó una infraestructura hipotética en la herramienta descrita en el numeral 7.2 del presente documento que correspondió a un proyecto lineal. Ahora, además de los resultados obtenidos y lo descrito en el artículo de Wadley et al., (2021) y los siguientes supuestos se crea el caso hipotético, en el cual se adicionan otros supuestos i) se tiene información de los modelos matemáticos; y ii) Se plantea un gradiente de disminución del valor a las propiedades aledañas.</p> <p>Para este caso, el área en rojo correspondería a la zona en dónde la infraestructura inmobiliaria presentaría la máxima devaluación, es decir US\$100 (\$1.046.340COP). Infraestructura inmobiliaria en zonas amarillas representaría una disminución de US\$95 (\$994.023COP). Y finalmente, la infraestructura inmobiliaria ubicada en la zona verde correspondería a aquella que sufre una disminución de US\$89 (\$931.243COP). En este sentido se tendrían los siguientes resultados:</p> <p>Infraestructura inmobiliaria en área roja: 20 viviendas (hipotéticamente), corresponde a una disminución de US\$2000 (\$20.926.802COP)</p> <p>Infraestructura inmobiliaria en área amarilla: 15 viviendas (hipotéticamente), corresponde a una disminución de US\$1425 (\$14.910.346COP)</p> <p>Infraestructura inmobiliaria en área verde: 10 viviendas (hipotéticamente), corresponde a una disminución de US\$890 (\$9.312.427COP)</p> <p>Siendo un total para la afectación de viviendas de: US\$4315 (\$45.149.575COP)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="397 1199 873 1711">  <p>Vista en 2D de la zonificación realizada con el geoproceso</p> </div> <div data-bbox="878 1199 1382 1871">  <p>Vista en 3D del área de estudio que se muestra como referencia para apoyar la comprensión de los resultados. Arriba, área sin zonificar y abajo área con zonificación superpuesta donde los cilindros representan las antenas.</p> </div> </div>


	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

	<p>Visualización de un proyecto hipotético del trazado de una línea eléctrica, con un buffer de 20km. La zonificación de la afectación se distribuye en tres áreas: Rojo, máxima afectación, Amarillo, mediana afectación y Verde, baja afectación.</p> <p>Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA</p>
--	--

Tabla 3 Experimentos de elección de preferencias declaradas

<p><b>Título:</b> Valoración de la desventaja visual de los proyectos de energía eólica marina a distintas distancias de la costa: Una aplicación en la costa de Delaware.</p> <p><b>Fuente:</b> Krueger et al., (2011)</p>	
<b>Contexto</b>	<p>Los investigadores plantearon un escenario hipotético, sobre la necesidad de aumentar el suministro de energía en un 20% y las personas entrevistadas tenían la oportunidad de votar sobre las opciones de desarrollo energético. Una opción correspondió a la instalación de un parque eólico de 500 turbinas en alta mar (Con un tamaño 440 pies de altura) para 450 MW; mientras que la otra correspondió a la creación de una nueva planta de energía a base de carbón.</p>
<b>Muestra y metodología</b>	<p>La encuesta tuvo dos secciones: 1) Actitudes y opiniones sobre la energía eólica y su factibilidad. 2) elección entre energía eólica marina y energía de combustibles fósiles. 3) Cobertura de la playa y la demografía.</p> <p>Los autores plantearon que una de las preocupaciones de los proyectos de energía eólica marina es la falta de amenidad visual con el paisaje, por lo cual, mediante modelos de elección de preferencias declaradas estimaron los costes externos de las turbinas eólicas marinas situadas a 0,9; 3,6; 6 y 9 millas de la costa.</p> <p>Para compensar los costos de proporcionar energía eólica a los residentes de Delaware, plantearon una "tarifa de energía renovable" asociada a la factura de electricidad por tres años.</p>
<b>Formas funcionales, econometría y función de utilidad obtención</b>	<p>Se desarrolló un modelo econométrico tipo logístico en donde las variables incluían datos de: edad, ingresos, distancia a la playa, días de descanso, visualización de aerogeneradores, entre otras variables.</p> <p>En cuanto a la función de utilidad esperada de los usuarios frente al bien o servicio ambiental, esta se representó de la siguiente forma:</p> $u_{ni} = \beta x_{ni} + \alpha y_n + e_{ni} \quad (i = 1,2) \quad U_{n0} = e_{n0}$ <p>La estructura del modelo econométrico se representó de la siguiente forma:</p> $y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + e_{ni}$ <p>En donde:</p> <p><math>\beta</math> Coeficiente estimado en la regresión</p> <p><math>\alpha</math> son parámetros, vectores para ser estimados.</p> <p><math>x_{ni}</math> corresponde a atributos del área y población.</p>

	<p><math>y</math> corresponde a un vector individual de atributos</p> <p><math>e_{ni}</math> Corresponde al término del error</p> <p><math>i</math> Corresponde a un individuo que elige la mayor utilidad</p> <p>En cuanto a la Estimación del costo económico (<math>Vd</math>), se utilizó la forma funcional</p> $Vd = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \frac{\beta_{TFTS}^r - \beta_d^r}{-\beta_{fee}}$ <p>En donde:</p> <p><math>\beta_{TFTS}</math> y <math>\beta_{TFTS}^r</math> Corresponden a coeficientes estimados mediante distancias</p> <p><math>\beta_{fee}</math> corresponde al coeficiente de tarifa, y es una medida de utilidad de la renta.</p> <p><math>\beta_d^r</math> Coeficiente estimado para distancia y al beneficio</p> <p><math>r</math> y <math>R</math> Variables asociadas a la distancia de los aerogeneradores.</p>
<p><b>Resultados</b></p>	<p>Los resultados señalaron una preferencia por tener proyectos eólico lejanos tanto en la parte marina como en la parte terrestre. En cuanto a los costos por hogar / año, se obtuvo la siguiente discriminación de costos teniendo en cuenta que entre más cercano es el proyecto a las viviendas, mas es el pago de los habitantes.</p> <p>Residentes sin costa: US\$ 19 (\$255.915COP) a US\$1 (\$20.027COP), dependiendo de la de cercanía del proyecto (0 a 0,9, 3,6; 6; y 9 millas de distancia.).</p> <p>Residentes cercanos a la costa: US\$ 34 (\$680.910COP) a US\$2 (\$40.054COP), dependiendo de la de cercanía del proyecto (0 a 0,9, 3,6; 6; y 9 millas de distancia.).</p>
<p><b>Aplicación práctica para un proyecto hipotético</b></p>	<p>Teniendo en cuenta el escenario anterior, se plantea el siguiente caso hipotético; para un proyecto offshore, el cual evalúa la calidad paisajística, la vulnerabilidad de esta y el servicio de recreación. Se creó una infraestructura hipotética en la herramienta descrita en el numeral 7.2 del presente documento. Este arrojó una visualización de la infraestructura a 5 kilómetros de una costa con una población de 1000 habitantes (250 hogares aproximadamente), se pudo hallar que:</p> <p>(83) hogares con distancia corta a los aerogeneradores (0 a 0.9 millas) 1.45 Km o menos, estarían dispuestos a pagar cerca US\$19. Lo que equivale por año a US\$1577 (\$31.582.212COP)</p> <p>(83) hogares con distancia media a los aerogeneradores (3.6 millas) entre 1.45 y 5.79 Km, estarían dispuestos a pagar cerca US\$9. Lo que equivale por año a US\$747 (\$14.959.995COP).</p> <p>(83) hogares con distancia larga a los aerogeneradores (6 a 9 millas) entre 5.79 y 14.48 Km o menos, estarían dispuestos a pagar cerca US\$1. Lo que equivale por año a US\$83 (\$1.662.222COP).</p> <p>Como resultado final de la estimación, se halló un monto total de: US \$2.413 (\$48.324.590COP)</p>

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

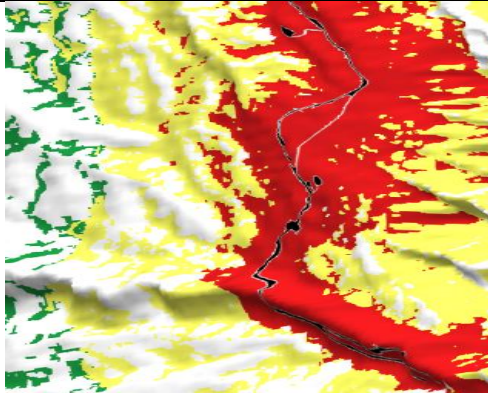
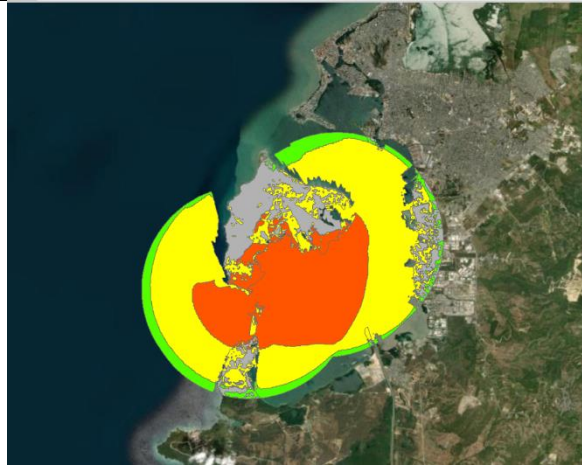
	
<p>Visualización de una costa, que es afectada visualmente por un proyecto offshore (con un buffer de visibilidad de 10km). En el área sombreada con rojo se estimó una población de 100 turistas al año (con un área de 16 ha) y para la zona amarilla se estimó un total de 239 turistas al año con área de (467 ha).</p>	
<p>Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA</p>	

Tabla 4 Metodología de preferencias declaradas – costo de viaje

### Metodología de preferencias declaradas – Costo de viaje

<p><b>Título:</b> Valor del turismo por pesca deportiva: estimación de la demanda, por el método de costo del viaje, para dos destinos de pesca de salmón en Irlanda</p>	
<p><b>Fuente:</b> Grilli et al., (2017)</p>	
<b>Contexto</b>	<p>La sobreexplotación de recursos llevó a las autoridades a establecer niveles de restricción hasta el punto de acabar actividades como la pesca recreativa, generando un alto impacto en la relación cultural y económica de los irlandeses con este recurso natural. En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar la contribución económica de la pesca recreativa en dos ríos al oeste de la República de Irlanda. Para esto, se usó la metodología de costo de viaje (CV)</p>
<b>Muestra</b>	<p>La información se recolecta a través de cuestionarios físicos auto-diligenciados para una muestra de turistas, en los sitios ríos Corrib y Moy en la República de Irlanda, durante las temporadas de pesca 2015 y 2016. Se recolectan 141 cuestionarios, pero solo resultaron útiles 134.</p> <p>El cuestionario es organizado en dos secciones temáticas. La primera, se enfocó en el total de costos (implementos, viaje, alimentación, acomodación), tipo de acomodación, estado y municipio de residencia. La segunda sección se enfocó a información socio demográfica relacionada con edad, sexo, ingreso personal y ocupación. Adicional a esta información, se indagó por las variables de distancia y tiempo (ida y vuelta) entre el lugar de residencia y el sitio de pesca.</p>
<b>Formas funcionales y econometría</b>	<p>Para este desarrollo se utilizó la regresión de Poisson, el cual es un tipo de modelo lineal en el que la variable de respuesta tiene una distribución de Poisson y el logaritmo de su valor esperado puede ser modelado por una combinación lineal de parámetros. Se usa para modelar datos de conteo (número de veces que ocurre cierto fenómeno aleatorio).</p> <p>Modelo lineal de Poisson en su forma simple:</p>

	$Pr[T = t] = \frac{\exp^{-\mu} * \mu^t}{t!}$ <p>Transformación del modelo lineal de Poisson para corregir errores de selección. Modelo utilizado:</p> $Pr[T = t] = \tau \frac{\tau(\sigma^{-1} + t)}{\tau(\alpha^{-1})\tau(t + 1)} * \left(\frac{\sigma^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu}\right)^{\sigma^{-1}} * \left(\frac{\mu}{\alpha^{-1} + \mu}\right)^t$ <p>En donde:</p> <p><i>Pr</i> Probabilidad</p> <p><math>\mu</math> tasa, que generalmente se parametriza en un marco de una regresión exponencial.</p> <p><i>i</i> probabilidad de un individuo</p> <p><math>\sigma^{-1}</math> Parámetro definido para la función de Poisson</p> <p><i>t</i> número de viajes</p> <p><math>\tau</math> Corresponde a la función gama</p> <p><math>\alpha</math> parámetro que describe la sobredispersión de los datos</p>
<p><b>Resultados</b></p>	<p>Los resultados mostraron que el servicio ambiental está valorado en €867 (\$21.330.207COP) por un día de pesca en los ríos Moy y Corrib. Además, los pescadores contribuyen con €45-65 (\$1.133.246 – 1.636.911COP) por viaje a los ingresos locales y gastan en promedio €313 por día (\$7.385.078COP).</p>
<p><b>Aplicación práctica para un proyecto hipotético</b></p>	<p>Teniendo en cuenta el escenario anterior, se plantea el siguiente caso hipotético; para un proyecto que evalúa el análisis de calidad paisajística o calidad visual (entendido como características visuales y emocionales que dan el carácter de belleza del paisaje, por las cuales, este tiene mayor o menor mérito de ser conservado o alterado) y el servicio de recreación (Belleza escénica) y aprovisionamiento. Se creó una infraestructura hipotética en la herramienta descrita en el numeral 7.2 del presente documento.</p> <p>De acuerdo con el documento de Grilli et al., (2017) para poder realizar un proceso metodológico que se adecue a un proyecto hipotético el cual presente una pérdida de interés turístico de una zona, debido a las actividades económicas que se desarrollen, en este caso la pesca o la calidad visual y/o estética que presente el área, se utilizan los siguientes supuestos: la presencia de 700 turistas al año puede significar una dinamización de la economía con un valor promedio de €55 (\$1.385.078COP) por turista (tomando el valor medio por turista a los ingresos locales), lo que equivale a un total de €38.500 (\$969.554.850COP) de ingresos aproximados por año.</p>



Representación de proyecto hipotético de cuencas aledañas al mar. La zonificación se establece con un buffer de 10 km. En el área roja se presenta una población estimada de 700 personas.

Fuente: Elaboración propia, grupo VEA SIPTA

Así como se mencionó anteriormente, la invitación es a emplear metodologías directas en las valoraciones económicas que se desarrollen al paisaje y no a la aplicación de la técnica de transferencia de beneficios.


### 7.3.2 Preguntas orientadoras para el desarrollo de una valoración económica enfocada al paisaje

En la siguiente sección se señalan algunos aspectos relevantes para considerar en la aplicación o evaluación de metodologías empleadas en la valoración económica del paisaje, lo anterior, mediante preguntas orientadoras que permitan analizar los procedimientos realizados en la implementación de las metodologías y las limitaciones que se pueden presentar teniendo en cuenta el abordaje por el que opte el investigador.

Tabla 5 Preguntas orientadoras para el desarrollo de una valoración económica enfocada a la calidad visual del paisaje.

Contexto	¿Cuál es el contexto del proyecto? ¿Cuál es el objetivo del proyecto, obra o actividad?, ¿Qué se pretende medir con el estudio? ¿Son claros los servicios ecosistémicos afectados? ¿La valoración económica abarca la pérdida de todos los servicios ecosistémicos afectados? ¿Se emplean diferentes metodologías para valorar los diferentes servicios ecosistémicos? ¿Se infra o sobre valoran los servicios ecosistémicos?
Población de estudio	La población de estudio limitará el alcance de la investigación y las mediciones obtenidas. Por eso es importante establecerla de manera clara y objetiva.  En el escenario del licenciamiento, la población debe corresponder con lo descrito en el área de influencia del POA. Por otro lado, de acuerdo con los resúmenes de algunas de las aplicaciones descritas en las fichas de la sección anterior, las siguientes preguntas ayudan a determinar cuál fue la población en dichos estudios y de alguna manera el alcance de dichas investigaciones.


<p>Diseño de la muestra</p>	<p>Siguiendo a Champ et al., (2017) un buen muestreo es aquel en el que todos los miembros de la población elegida tienen una oportunidad de ser incluidos en la encuesta y es lo suficientemente amplia para representar toda la población.</p> <p>En este sentido, algunas preguntas que el investigador deberá considerar responder para asegurarse de diseñar correctamente la muestra serán: ¿El muestreo es probabilístico o no probabilístico? ¿A partir de los resultados se puede inferir y/o generalizar a toda la población? ¿La muestra es representativa a toda la población con posible afectación? ¿La muestra está distribuida? (Ejemplo: Espacialmente, por estratos, etc.) ¿Se presenta el tamaño de la muestra? ¿Cuáles son los niveles de confianza y error estadístico de la muestra?</p> <p>En el caso de proyectos con posible impacto en la calidad visual del paisaje. ¿Se considera una muestra representativa de la población cercana al proyecto? ¿El radio de análisis del impacto a la calidad visual del paisaje está justificado?</p>
<p>Instrumento / Encuesta piloto y encuesta final</p>	<p>De acuerdo con Champ et al., (2017) la calidad del análisis depende de la calidad de los datos, por tanto, es esencial que tanto el diseño, como la aplicación de la encuesta sean buenos, como por ejemplo el profesionalismo del entrevistador, la forma en como este comunica la información y la pertinencia de las preguntas, en especial, que estas no presenten ambigüedades.</p> <p>¿Las preguntas están diseñadas para indagar por el tipo de valor (uso, opción, etc.) que se quiere evaluar?</p> <p>¿Se realizó una encuesta piloto?</p> <p>Con los resultados de la encuesta piloto ¿Se mejoró la encuesta?</p> <p>¿Es probable que el vehículo de pago (por ejemplo, en un estudio de valoración contingente) se acepte como razonable?</p> <p>Finalmente, se deberá tener precaución y prioridad en los procesos de tabulación y consolidación de los datos obtenidos con lo cual se podrá hacer la detección temprana de errores, la verificación y análisis de datos atípicos; la validación de la tasa de respuestas esperadas, en especial cuando se espera inferir el comportamiento poblacional de la muestra, el análisis de frecuencia de todas las variables y asegurarse que los valores de respuestas sean correctos y se encuentren dentro de los intervalos esperados. Adicionalmente se podrán comparar los resultados con valores de otras fuentes, en caso de que exista información.</p> <p>Se recomienda que por lo menos para la definición de la población, diseño de la muestra y construcción del instrumento lo conforme un equipo interdisciplinario que incluya profesionales de estadística.</p>
<p>Metodología</p>	<p>Algunas preguntas orientadoras en este aspecto que deberán tenerse en cuenta en los estudios de valoración de la calidad del paisaje visual son: ¿Se expone claramente la metodología a emplear? ¿La metodología es apropiada para la valoración económica del impacto?</p> <p>Respecto a la disposición a pagar / a aceptar: ¿Indican el vehículo de pago? ¿Mencionan la temporalidad de los pagos (Ejemplo: Cada cuánto)?</p> <p>¿Qué recursos emplean para ejemplificar la magnitud del impacto en la encuesta?</p>

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

	<p>¿El modelo econométrico seleccionado es adecuado para el servicio ecosistémico que se quiere cuantificar y el contexto de la valoración económica?</p> <p>¿Son claros y adecuadamente manejados los supuestos del modelo?</p> <p>¿Se realizan implementaciones del modelo para determinar y comprobar la significancia y relación (directa, inversa) de las variables independientes con la dependiente?</p>
Recolección de datos primarios	<p>Corresponde al modo en el que se administra la encuesta. En ocasiones, el modo en el que se recolectan los datos depende del presupuesto, de la población a encuestar, su cercanía y/o accesibilidad.</p> <p>La encuesta puede realizarse en persona, por teléfono, por correo electrónico, web o mixto.</p> <p>Para un mayor detalle de las ventajas y desventajas de cada medio, se invita a consultar el libro "A Primer on Nonmarket Valuation" (Champ et al., 2017).</p>
Resultados	<p>En el caso de uso de modelos econométricos, ¿Los modelos econométricos presentan un buen ajuste global? ¿Se realizaron pruebas de validez de los modelos? ¿Se corrigieron los problemas de los modelos? ¿Se contrastan los resultados con los esperados en la teoría económica? ¿Se comprobó la hipótesis planteada? ¿Se contrastan los resultados obtenidos con los de otros autores?</p>

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ANLA. (2022). *Estandarización y Jerarquización de Impactos Ambientales de Proyectos Licenciados por ANLA*.
- Barrasa, S. (2010). Los expertos no lo saben todo: Valoración de paisajes urbanos. *Espaciotiempo*, 5, 29–42.
- Barrasa, S. (2013). Valoración de la calidad estética de los paisajes de La Habana (Cuba) con métodos de participación social. *Estudios Geograficos*, 74(274), 45–66. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201302>
- Bravo Morales, N. F. (2017). *Teoría – Teledetección espacial Landsat, Sentinel-2, Aster L1t Y Modis* (Primera, pp. 97–101). Geomática Ambiental S.R.L.
- Champ, P. A., Boyle, K. J., & Brown, T. C. (2017). *A Primer on Nonmarket Valuation Second Edition*. In *Springer* (Vol. 13).
- DANE. (2023, July 4). *Proyecciones de población - Censo Nacional de Población y Vivienda*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>.
- Decreto 1076, Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 1076 de 2015 (2015).

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

Domingo-Santos, J. M., de Villarán, R. F., Rapp-Arrarás, Í., & de Provens, E. C. P. (2011). The visual exposure in forest and rural landscapes: An algorithm and a GIS tool. *Landscape and Urban Planning*, 101(1). <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.11.018>

Esri Inc. (2021). ArcGIS Pro (Version 2.7.3). In *Esri Inc.*

ESRI. (2022). Tipos de imágenes y datos ráster utilizados en imágenes y teledetección —*ArcGIS Pro / Documentation*. <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/image-analyst/imagery-and-raster-data-in-image-analyst.htm>

Felicísimo, A. M. (1994). Modelos digitales del terreno: introducción y aplicaciones a las ciencias ambientales. In Pentalfa (Ed.), *Fenómeno Oviedo: Universidad de Oviedo* (1st ed.). Pentalfa.

García Romero, A., & Jiménez, J. M. (2001). El paisaje en el ámbito de la geografía. In *Instituto de Geografía UNAM*.

Grilli, G., Landgraf, G., Curtis, J., & Hynes, S. (2017). The value of tourist angling: a travel cost method estimation of demand for two destination salmon rivers in Ireland. *Working Paper*, 570.

IGAC. (2020). Resolución 471 de 2020. “Por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia.”

Krueger, A. D., Parsons, G. R., & Firestone, J. (2011). Valuing the visual disamenity of offshore wind power projects at varying distances from the shore: An application on the Delaware shoreline. *Land Economics*, 87(2), 268–283. <https://doi.org/10.3368/le.87.2.268>

Matteucci, S., Mendoza, N., Silva, M., & Falcón, M. (2010). El paisaje visual, una herramienta de planificación y diseño. *Fronteras*, 9(9).


MEA. (2003). Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-Being - A Framework for Assessment. In *Millennium Ecosystem Assessment*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2017). *Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental*. [https://www.anla.gov.co/documentos/sipta/valoracion\\_economica/cartilla\\_criterios\\_tecnicos\\_para\\_el\\_uso\\_de\\_herramientas\\_economicas\\_ver2.pdf](https://www.anla.gov.co/documentos/sipta/valoracion_economica/cartilla_criterios_tecnicos_para_el_uso_de_herramientas_economicas_ver2.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*.

Morlans, M. (n.d.). El paisaje visual o paisaje percibido (II). In *Universidad Nacional de Catamarca*.

Muñoz-Pedrerros, A. (2017). El paisaje visual: un recurso importante y pobremente conservado. *Ambiente & Sociedade*, 20(1), 167–183.

	<b>MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA</b>	Fecha:	25-ago-2023
		Versión:	1
		Código:	1-01-23

Odum, E. P., & Barret, Gary. W. (2006). Fundamentos de ecología QUINTA EDICIÓN. In Thomson Editores (Ed.), © D.R. 2006 por Cengage Learning Editores, S.A (5th ed.). Thomson Learning.

Ojeda, J. (2002). Los sistemas de información geográfica y la modelización del paisaje. *Paisaje y Ordenación Del Territorio*, 115–121.

Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica* (pp. 299–335).

Orozco Cañas, C., & Salcedo, E. de J. (2013). El concepto de paisaje y la visión de las comunidades indígenas del nordeste amazónico. *Entorno Geográfico*, 7–8. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i7-8.7567>

Pou Merina, A. (2012). *Desarrollo de una metodología de integración paisajística de las autopistas* [Universidad Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.14843>

Ramírez Arias, S. (2022). Percepciones del paisaje, una mirada de la belleza escénica en el paisaje cultural cafetero de Risaralda (Colombia). *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, 9. <https://doi.org/10.23850/25004468.5405>

Servicio de Evaluación Ambiental. (2019). *Guía para la evaluación de impacto ambiental del valor paisajístico en el SEIA*.

Solari, F. A., & Cazorla, L. (2019). Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje. *Cuadernos Del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 30, 213–226. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi30.1519>

Tévar Sanz, G. (1996). La cuenca visual en el análisis del paisaje. *Serie Geográfica*, 6, 99–113.

Vaccaro Rivera, L. (2020). *Valoración económica del paisaje como método complementario en el análisis ambiental de proyectos: el humedal tres puentes como servicio ecosistémico cultural estético* [Maestría]. Centro Universitario Internacional de Barcelona, Universitat de Barcelona.

Vallina Rodríguez, A. (2020). Análisis de la calidad visual del paisaje del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama mediante procedimientos indirectos: EMC y SIG. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 40(1), 183–215. <https://doi.org/10.5209/aguc.69338>

Wadley, D. A., Han, J. H., & Elliott, P. G. (2021). Infrastructure Planning in Queensland, Australia: Risk Appraisal of High Voltage Overhead Transmission Lines by Property Developers and Homeowners. *Planning Practice and Research*, 36(1), 41–58. <https://doi.org/10.1080/02697459.2020.1829281>

Westerberg, V., Jacobsen, J. B., & Lifran, R. (2015). Offshore wind farms in Southern Europe - Determining tourist preference and social acceptance. *Energy Research and Social Science*, 10, 165–179. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.07.005>



**MANUAL PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CUENCA VISUAL DEL PAISAJE Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA**

Fecha:	25-ago-2023
Versión:	1
Código:	1-01-23

CONTROL DE CAMBIOS		
VERSIÓN	FECHA	CAMBIOS EFECTUADOS
Documento nuevo	21-JUL-23 modificación	Primera versión del documento

Elaborado por:	
Nombre	
1. Juan Camilo Bueno Castellanos. 2. Fader Eduardo Peña. 3. Jesús Antonio Mena Rodríguez. 4. Concepción García Correa. 5. Guillermo Villamil Mora.	
Cargo	
1. Contratista. 2. Contratista. 3. Profesional. 4. Contratista. 5. Contratista.	
Fecha	
21-Julio-2023	

Revisado por:	
Nombre	
1. Guillermo Villamil Mora 2. Saralux Valbuena López 3. Daniel Felipe Diez Florez 4. Fabián Hernando Chavez Ortiz	
Cargo	
1. Líder Grupo EEA-SIPTA 2. Coordinadora Grupo Instrumentos 3. Profesional Jurídico 4. Profesional Jurídico	
Fecha	
1. 21-julio-2023 2. 8-agosto-2023	

Aprobado por:	
Nombre	
Luís Enrique Orduz Valencia	
Cargo	
Subdirector de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales (SIPTA)	
Fecha	