



UTPL
La Universidad Católica de Loja

Modalidad Abierta y a Distancia

Herramientas Geográficas de Conservación

Guía didáctica

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas



Departamento de Ciencias Biológicas

Sección departamental Manejo y Gestión de Recursos Naturales

Herramientas Geográficas de Conservación

Guía didáctica

Autora:

Gonzalez Coronel Ivonne Maria



A M B I _ 4 0 5 1

Asesoría virtual
www.utpl.edu.ec

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Herramientas Geográficas de Conservación

Guía didáctica

Gonzalez Coronel Iyonne Maria

Universidad Técnica Particular de Loja



Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

www.ediloja.com.ec

edilojainfo@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-063-9



La versión digital ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite: copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

08 de marzo, 2021

Índice

1. Datos de información.....	8
1.1. Presentación de la asignatura	8
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	8
1.3. Competencias específicas de la carrera	8
1.4. Problemática que aborda la asignatura	9
2. Metodología de aprendizaje.....	9
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje	10
Primer bimestre.....	10
Resultado de aprendizaje 1	10
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....	10
Semana 1	11
Unidad 1. Conservación y herramientas geográficas	11
1.1. ¿Qué es conservación?	11
1.2. Biodiversidad en Ecuador	13
1.3. Importancia de la conservación de la biodiversidad	15
1.4. Retos para la conservación de la biodiversidad	17
Actividades de aprendizaje recomendadas	18
Semana 2	19
1.5. Herramientas geográficas para la conservación.....	19
Actividades de aprendizaje recomendadas	25
Semana 3	26
1.6. Fuentes de información geográfica para la conservación	26
Actividades de aprendizaje recomendadas	33

Semana 4	34
1.7. Herramientas para levantar información en el campo ...	34
Actividades de aprendizaje recomendadas	37
Autoevaluación 1	38
Resultado de aprendizaje 2	40
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....	40
Semana 5	40
Unidad 2. Análisis de hábitat y distribución	41
2.1. Fundamentos del análisis de hábitat y modelos de distribución.....	41
2.2. Casos de estudio.....	50
Actividades de aprendizaje recomendadas	52
Semana 6	52
2.3. Ejercicio práctico 1: modelos de distribución con MaxEnt	52
Actividades de aprendizaje recomendadas	54
Semana 7	57
2.4. Ejercicio práctico 2: Análisis de hábitat con Biomapper	57
Actividades de aprendizaje recomendadas	65
Autoevaluación 2	66
Actividades finales del bimestre.....	68
Semana 8	68
Segundo bimestre	69
Resultado de aprendizaje 3	69
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....	69

Índice	
Semana 9	69
Unidad 3. Evaluación de servicios ecosistémicos.....	70
3.1. Fundamentos de la evaluación de servicios ecosistémicos	70
Actividades de aprendizaje recomendadas	77
Semana 10	78
3.2. Ejercicio práctico 1: Producción Anual de Agua (Annual Water Yield)	80
Actividades de aprendizaje recomendadas	83
Semana 11	84
3.3. Ejercicio práctico 2: Visitación: Recreación y Turismo (Visitation: Recreation and Tourism)	84
Actividades de aprendizaje recomendadas	86
Autoevaluación 3	87
Semana 12	89
Unidad 4. Corredores y áreas prioritarias de conservación	89
4.1. Corredores ecológicos: principios teóricos	89
Actividades de aprendizaje recomendadas	95
Semana 13	96
4.2. Ejercicio práctico sobre diseño de corredores	96
Actividades de aprendizaje recomendadas	101
Semana 14	102
4.3. Áreas prioritarias de conservación: principios teóricos .	102
Actividades de aprendizaje recomendadas	106

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

Índice

4.4. Ejercicio práctico sobre selección de áreas prioritarias de conservación	107
Actividades de aprendizaje recomendadas	113
Autoevaluación 4	114
Actividades finales del bimestre.....	117
Semana 16	117
4. Solucionario	118
5. Referencias bibliográficas	122

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas



1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura



1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Orientación a la innovación y a la investigación.

1.3. Competencias específicas de la carrera

- Propone la planificación del territorio considerando las unidades ambientales.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

- Escasa planificación territorial de acuerdo al uso y potencialidades.



2. Metodología de aprendizaje

Estimado estudiante, en esta asignatura se trabajará principalmente con la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP). Para cada tema tratado plantearemos diferentes casos que resolverá de forma autónoma, contando con la guía del docente. La metodología ABP pretende que el alumno aprenda a desenvolverse como un profesional capaz de identificar y resolver problemas, de comprender el impacto de su propia actuación profesional y las responsabilidades éticas que implica, de interpretar datos y diseñar estrategias; y en relación con todo ello, poner en práctica el conocimiento teórico que está adquiriendo en su formación. Para mayor información sobre esta metodología revise este [enlace](#).



3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



Primer bimestre

Resultado de aprendizaje 1 Entiende la importancia de los SIG para la conservación.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Estimado estudiante, durante el primer bimestre aprenderemos sobre la importancia de generar y analizar información geográfica para el diseño de propuestas de conservación de la biodiversidad. Las herramientas geográficas tienen una amplia aplicación, pero en esta asignatura se introducirá el rol de estas herramientas en el tema de la conservación ambiental.



Semana 1

¡Bienvenido a la asignatura de Herramientas geográficas de la conservación! Durante esta semana empezaremos con la revisión de la Unidad 1, acerca de Conservación y herramientas geográficas.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas



Unidad 1. Conservación y herramientas geográficas

1.1. ¿Qué es conservación?

Ladle y Whittaker (2011), mencionan que la práctica de la conservación es un fenómeno social, que compite políticamente con otras aspiraciones sociales como el alivio de la pobreza o el desarrollo económico. La conservación implica una serie de valores que surgen en la relación hombre-naturaleza. Las prácticas de conservación como el establecimiento y la gestión de áreas protegidas, la restauración de ecosistemas, la reintroducción de grandes depredadores o la erradicación de especies invasoras, son simplemente la expresión externa de estos valores.

Entonces, ¿cuál sería una definición adecuada de conservación? Actualmente, existe un consenso en que la conservación es el conjunto de estrategias para la protección de la diversidad biológica a largo plazo.

La biodiversidad abarca la variabilidad de formas de vida dentro de una especie, entre especies y a nivel de ecosistemas. Según el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) de 1992, es importante conservar la biodiversidad a nivel de ecosistemas, especies, genes, así como los procesos ecológicos. Analizará las escalas de análisis de la biodiversidad para entender las estrategias de conservación relacionadas con cada una de ellas (tabla 1).

Tabla 1.

Escalas de biodiversidad y estrategias de conservación. Adaptado de Ladle y Whittaker (2011); Loo (2001).

Escala	Descripción	Estrategia de conservación
Genes	La diversidad encontrada dentro de las especies representada por la variación genética y las características de esos genes.	Bancos de germoplasma: banco de semillas, bancos de clonación, jardines botánicos, almacenamiento criogénico o muestras de ADN.
Especies	Conjunto de individuos que habitan un mismo lugar y pueden tener una descendencia fértil. A nivel de especies se puede medir la diversidad alfa (riqueza de especies de una comunidad), la diversidad beta (grado de cambio en la composición de especies entre diferentes comunidades), y la diversidad gamma (es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje).	Conservación in situ o ex situ de especies amenazadas, ecológicamente importantes, útiles para el ser humano o con valor no utilitario.
Ecosistemas	Conformado por una comunidad biológica (conjunto de especies) y su hábitat.	Conservación basada en áreas geográficas: áreas protegidas, corredores de conservación, manejo sustentable de recursos naturales.

Al analizar la información de la tabla 1, se puede notar que las estrategias de conservación deben ser diseñadas basándose en criterios biogeográficos, es decir, a partir de la comprensión de los patrones de distribución de la biodiversidad en sus distintos niveles y de sus interacciones ecológicas, incluyendo la interacción con las poblaciones humanas.

A continuación, lo invito a revisar algunos datos sobre la biodiversidad en nuestro país y por qué es importante su conservación.

1.2. Biodiversidad en Ecuador

Según la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030 (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2016), en el Ecuador no existen aún inventarios biológicos detallados para todo su territorio. Sin embargo, los estimativos actuales ubican al país en los primeros lugares en cuanto a diversidad de especies a nivel mundial; es así que, de los países más biodiversos del mundo, el Ecuador es el más pequeño en términos de superficie, pero el que posee mayor cantidad de especies por kilómetro cuadrado. En la tabla 2, se puede observar los datos de riqueza de especies por grupo taxonómico que se han registrado en nuestro país.

Tabla 2.

Número actual de especies por taxones reportados a nivel global y para el Ecuador. Fuente: MAE (2016).

Grupo taxonómico	Número de especies		
	Global	Ecuador	Porcentaje
Plantas vasculares	320 000	18 198	5.7
Peces marinos	16 000	833	5.2
Peces dulceacuícolas	12 000	951	7.9
Anfibios	6 888	558	8.1
Reptiles	9 413	450	4.8
Aves	10 052	1 642	16.3
Mamíferos	5 488	424	7.6
Total	379 841	23 056	6.1

La biogeografía del Ecuador y la variación climática que presenta son determinantes para explicar la importante diversidad biológica que se alberga en su territorio. Esta diversidad está influenciada en gran medida por factores como la ubicación geográfica del país en la zona ecuatorial del planeta; los efectos orográficos del levantamiento de la Cordillera de los Andes y de la Cordillera de la Costa; la circulación general atmosférica (con influencias del océano Pacífico y de la cuenca amazónica) y la influencia de las corrientes marinas en nuestras costas. En la tabla 3, podemos

[Índice](#)[Primer bimestre](#)[Segundo bimestre](#)[Solucionario](#)[Referencias bibliográficas](#)

observar las regiones biogeográficas de nuestro país, cada uno con características climáticas y topográficas muy distintas, que hacen que el Ecuador albergue 91 tipos de ecosistemas terrestres. Cabe destacar que nuestro país se caracteriza por poseer también una alta diversidad de ecosistemas marinos y costeros. En el país se encuentran 24 de los 27 ecosistemas marinos y costeros reconocidos a nivel global

Tabla 3.

Diversidad biogeográfica del Ecuador continental. Fuente: MAE (2016).

Regiones biogeográficas	Amazonía	Andes	Litoral
Provincias biogeográficas	1. Amazonía Noroccidental	2. Andes del Chocó Norte	3. Pacífico Ecuatorial
Sectores biogeográficos	1. Abanico del Pastaza 2. Aguarico-Putumayo - Caquetá 3. Catamayo Alamor 4. Chocó Ecuatorial 5. Cordillera Costera del Chocó	6. Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial 7. Cordillera Occidental 8. Cordilleras Amazónicas 9. Jama - Zapotillo 10. Napo-Curaray	11. Norte de la Cordillera Oriental 12. Páramo 13. Sur de la Cordillera Oriental 14. Tigre - Pastaza 15. Valles

1.3. Importancia de la conservación de la biodiversidad

El Convenio de Diversidad Biológica planteó en 1992 la importancia del valor intrínseco de la diversidad biológica y de los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos de la diversidad biológica y sus componentes.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

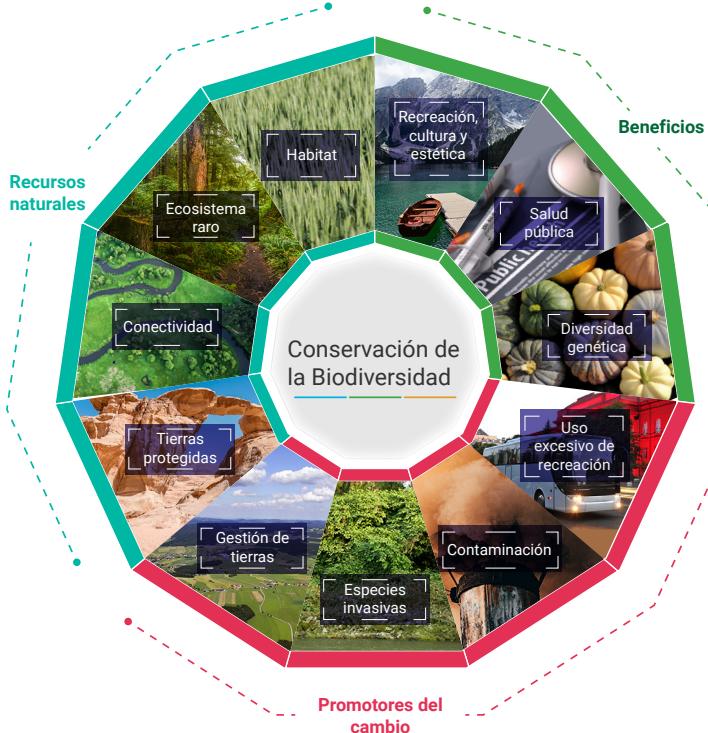
Referencias bibliográficas

La biodiversidad es importante para la mayoría de los aspectos de nuestras vidas. Valoramos la biodiversidad por muchas razones, algunas utilitarias, otras intrínsecas. Esto significa que valoramos la biodiversidad tanto por lo que proporciona a los humanos, como por el valor que tiene por derecho propio. Los valores utilitarios incluyen las muchas necesidades básicas que los humanos obtienen de la biodiversidad, como alimentos, combustible, refugio y medicinas. Además, los ecosistemas proporcionan servicios cruciales como la polinización, la dispersión de semillas, la regulación del clima, la purificación del agua, el ciclo de los nutrientes y el control de las plagas agrícolas. La biodiversidad también tiene valor por los posibles beneficios aún no reconocidos, como las nuevas medicinas y otros posibles servicios desconocidos. La biodiversidad tiene también un valor cultural para los seres humanos, por ejemplo, por razones espirituales o religiosas. El valor intrínseco de la biodiversidad se refiere a su valor inherente, que es independiente de su valor para cualquier persona o cosa. Se trata de un concepto más bien filosófico, que puede considerarse como el derecho inalienable a existir.

Por último, el valor de la biodiversidad también puede entenderse a través de la lente de las relaciones que formamos y buscamos entre nosotros y el resto de la naturaleza. Puede valorar la biodiversidad por la forma en que moldea lo que somos, nuestras relaciones entre nosotros y las normas sociales. Estos valores relacionales son parte del sentido individual o colectivo de bienestar, responsabilidad y conexión con el medio ambiente. Los diferentes valores que se atribuyen a la biodiversidad son importantes porque pueden influir en las decisiones de conservación que la gente toma cada día (American Museum of Natural History [AMNH], s.f.).

En la siguiente imagen (figura 1), se pueden observar los recursos naturales- Natural Resources (hábitat, ecosistemas raros, conectividad y áreas protegidas), sus beneficios-benefits (recreación, cultura y paisaje, salud pública, diversidad genética) y sus factores de cambio-drivers of change (manejo del suelo, especies invasoras, contaminación, sobreutilización de los recursos).

Figura 1.
Elementos de la conservación de la biodiversidad.



Varias fuentes:

Connectivity

Piotr Krzeslak | shutterstock.com, Rare Ecosystem NFKenyon | shutterstock.com, Habitat PBouman | shutterstock.com, recreation, culture & aesthetics/ recreación, cultura y estética, WATCHARAKUL RONGKAVILIT | shutterstock.com, public health/ salud pública, ESB Professional | shutterstock.com, recreation overuse/ uso excesivo de recreación Vipavlenkoff | shutterstock.com, invasive species/ Especies invasivas Tomas Vynikall | shutterstock.com, land management/ Gestión de tierras Lisa-S | shutterstock.com

1.4. Retos para la conservación de la biodiversidad

A pesar de la importancia de la conservación en todo el mundo las presiones sobre la biodiversidad continúan incrementándose, debido a acciones como (Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP-WCMC], 2016):

- Explotación indiscriminada de recursos naturales debido al rápido crecimiento económico y la desigualdad social
- La intensificación agropecuaria para expandir la ganadería y las tierras laborables para la producción de productos básicos
- Gran desarrollo de infraestructura de diques y carreteras
- Grandes concentraciones de población en áreas urbanas
- La extracción de recursos para minerales e hidrocarburos, en algunos casos, ha llevado a la devastación local con impactos directos e indirectos en la biodiversidad
- La contaminación atmosférica local y transfronteriza
- El cambio climático, que afecta principalmente ecosistemas vulnerables como los arrecifes de coral y hábitats montañosos

En la figura 2, se indican las principales amenazas a la biodiversidad en nuestro país, según la Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad del Ecuador 2001 – 2010.

Figura 2.*Principales amenazas a la biodiversidad. Fuente (MAE, 2001)*

Lea las páginas 3 a las 6 de la Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad del Ecuador 2001 – 2010, para profundizar acerca de las causas y consecuencias de las amenazas mencionadas en la figura 2.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Realice una revisión general de la [Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030](#) ¿Cómo percibe que está insertado el componente geográfico en esta estrategia?

¡Muy bien! En este documento se evidencia el componente geográfico al declarar la importancia de la biodiversidad para la planificación de los territorios. Además, para exponer la realidad de la biodiversidad ecosistémica en nuestro país se utilizan mapas. Finalmente, en el capítulo 5 sobre Monitoreo y Evaluación, se destaca la necesidad de contar con una base de datos espaciales y

una unidad geomática que analice y produzca información sobre el estado de la biodiversidad a nivel nacional.

¡Espero que haya disfrutado de esta breve introducción a la conservación y su importancia!



Semana 2

Después de haber estudiado una breve introducción a la conservación, esta semana empezaremos a revisar la importancia de las herramientas geográficas como insumo para las decisiones de conservación.

1.5. Herramientas geográficas para la conservación

Los contenidos de este apartado se basan en el curso abierto Environmental Applications of GIS (PSU, 2018). Para complementar el estudio de este apartado debe leer el texto “[Los SIG y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica](#)”.

Las aplicaciones ambientales de los SIG normalmente se ocupan de la gestión de un sistema físico que involucra su tierra, agua, aire y biota. Una pregunta interesante es: “¿Para quién estamos gestionando este medio ambiente?” Se puede dividir las aplicaciones ambientales de los SIG en dos amplias categorías:

- La gestión del medio ambiente para proteger los servicios del ecosistema de los que dependen los humanos
- La gestión del medio ambiente por sí mismo y para proteger la vida silvestre que lo habita

Una forma de distinguir estos dos escenarios es usando las etiquetas de conservación y preservación.

- La conservación es la gestión de los recursos naturales que nosotros, los humanos, usamos para que estén disponibles hoy y lo estén en el futuro. Estos servicios del ecosistema incluyen la gestión del medio ambiente para proteger las fuentes de agua potable, la vegetación que evita la erosión y filtra el aire, los paisajes que tienen un suelo sano que seguirá apoyando la agricultura y la producción de alimentos, y el refuerzo de las poblaciones de insectos, como las abejas, que son necesarias para mantener las plantas y los alimentos que comemos.
- La preservación, por otro lado, es la gestión de los hábitats y áreas naturales para que no sean disturbados por la actividad humana y se les permita operar de acuerdo con sus procesos naturales y sostener la vida silvestre. En muchos casos, puede parecer que estamos protegiendo el medio ambiente por su propio bien cuando, de hecho, estamos protegiendo los servicios del ecosistema que benefician a los humanos. Esto plantea la pregunta de si todas nuestras actividades de gestión se dirigen a los servicios del ecosistema.

A partir de los conceptos amplios de conservación y preservación se derivan algunos temas específicos a los que se podría aplicar el SIG:

- Salud
- Contaminación (tierra, agua, aire)
- Gestión de desechos (humanos, animales, basura, químicos)
- Impactos de la construcción
- Impactos del uso de la tierra
- Gestión del hábitat

Estos temas se superponen con muchas disciplinas como la medicina, la ingeniería, la biología y la química. Hay aspectos medioambientales de todos estos temas, y los SIG se adaptan bien a muchos de ellos. La adaptación de los SIG a diversidad de temas tiene que ver con su capacidad de ayudarnos a responder preguntas sobre:

- *Localización, por ejemplo:* ¿Qué especies encontramos en la parcela 1?
- *Condición:* por ejemplo, ¿En qué zonas encontramos bosques a 100 kilómetros de un aserradero?
- *Distribución:* por ejemplo, ¿Qué proporción de árboles de eucalipto encontramos en zonas de pendiente alta?
- *Tendencia:* por ejemplo, ¿Qué porcentaje de vegetación natural se ha perdido en los últimos 20 años?
- *Rutas:* por ejemplo, ¿Cuál es la distancia más corta a un incendio forestal?

Moreira (1996), indica que de la cualidad del SIG de manejar información geográfica surge su potencial para apoyar los estudios de conservación de la diversidad biológica. Esto debido a que, para la conservación de las especies, comunidades y ecosistemas, es imprescindible el conocimiento de su localización y distribución en el espacio. Un SIG permite realizar análisis espaciales complejos, como el área máxima ocupada por una especie en distintas escalas temporales, el porcentaje de esta área superpuesto con la distribución de otra especie, el porcentaje del área ocupado por cada tipo de suelo; así como análisis de dependencia entre variables, como el número total de individuos o especies monitoreados en un determinado rango altitudinal o unidad de vegetación, y los diferentes tipos de hábitat ocupados por una especie.

Permite además formular modelos, usando la base de datos digital para simular los efectos de un proceso dado, en un tiempo determinado, con diferentes escenarios. Es así como los SIG pueden ayudar a identificar carencias en los sistemas de áreas protegidas, o modelar cómo las diferentes opciones de desarrollo o de

manejo pueden afectar áreas sensibles. Sucede que además de permitir un complejo análisis, proporcionan un resultado cartográfico atractivo y comprensible en todo ámbito, ayudando a salvar la brecha entre el ámbito científico y el de la toma de decisiones (Moreira, 1996).

En el Recuadro siguiente, podemos observar los resultados de un proyecto SIG implementado en China, para gestionar de mejor manera la biodiversidad.

Recuadro 1. Proyecto de SIG aplicado a la biodiversidad en China. Fuente: Moreira (1996)

A partir de la base de datos de WWF, se produjeron los siguientes mapas:

Un mapa de especies y su valor genético, basado en la riqueza de especies, niveles de endemismo y estado de conservación, especies de importancia económica y medicinal, y refugios pleistocénicos.

Un mapa de estado del hábitat, basado en la rareza, la tasa de pérdida, y el grado de protección de los diferentes tipos de vegetación, así como de los hábitats acuáticos y costeros.

Un mapa de las áreas de protección existentes y potenciales, jerarquizadas en relación a su importancia para la conservación, así como una cartografía jerarquizada de sitios de alto valor escénico.

Un mapa de drenaje, basado en la intensidad de precipitaciones, exposición de laderas, tipo de suelo, y riesgos naturales.

Un mapa de presión humana sobre el ambiente, basado en la proyección de la expansión de las diversas actividades económicas.

En resumen, las herramientas geográficas nos facilitan:

- Colectar datos de campo con mayor eficiencia usando tecnologías SIG y GPS
- Procesar y analizar datos para extraer información útil
- Generar mapas temáticos
- Modelar y visualizar datos
- Compartir datos y mapas a través de internet

Existen corporaciones como ESRI que ofrecen un conjunto completo de herramientas para generar y analizar información relevante para la conservación. También TerrSet es un software interesante que ofrece módulos con herramientas específicas para análisis de la biodiversidad y evaluación de servicios ecosistémicos. Sin embargo, la desventaja es que son softwares comerciales. En esta asignatura se priorizará el uso de herramientas de acceso libre. A continuación, se va a hacer una breve referencia de las principales herramientas geográficas libres que se utilizan en el ámbito de la conservación.

a. Para recolección de datos en campo

- EpiCollect
- KoBotoolbox
- Inaturalist
- Open Data Kit
- iMapInvasives
- Cybertracker
- Map of Life
- Sightings
- CitSci.org

b. Para almacenamiento de bases de datos

- PostgreSQL + PostGIS
- SQLite

c. Para procesamiento y análisis de datos

- GRASS
- QGIS
- gvSIG
- Paquetes geoestadísticos de R
- DIVA GIS
- uDig
- OpenJump
- SAGA
- MaxEnt
- DesktopGARP
- InVest
- CONEFOR
- FRAGSTATS

d. Para publicación de resultados en la web

- Geoserver
- Mapserver
- Practical map server

Todas las herramientas que se han listado tienen sus ventajas y desventajas, algunas son aplicaciones más generales y otras más específicas para el tema de conservación. En esta asignatura se aplicará algunas de estas herramientas que son de uso más común.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Familiarícese con la plataforma web de Inaturalist. Esta página tiene una web particular para cada país. Ingrese al enlace <https://ecuador.inaturalist.org/> y cree una cuenta. También instale la aplicación Naturalista en un dispositivo móvil. Haga el ejercicio de registrar una observación de cualquier especie de flora o fauna que le parezca interesante. Si varias personas realizan el mismo ejercicio ¿qué impacto se podrá tener en el tema de conservación?

¡Muy bien! La idea de esta aplicación es dar protagonismo a la ciudadanía en general, al facilitarle una forma de aportar con el conocimiento de la biodiversidad local. Esto es muy positivo para las acciones de conservación, pues se pueden crear bases de datos participativas y validadas por expertos y, además, generar mayor conciencia con respecto a la biodiversidad. Con este tipo de aplicaciones se realizan eventos muy interesantes conocidos como Bioblitz, los cuales consisten en reunir personas para encontrar la mayor cantidad de especies posible.

En las siguientes semanas seguiremos descubriendo más herramientas útiles para la conservación de la biodiversidad ¡Siga adelante!



Semana 3

Estimado estudiante, durante esta semana hará una revisión acerca de las fuentes de datos para la conservación más conocidas y relevantes. Además, conocerá qué características de los datos geográficos se debe tomar en cuenta cuando estamos realizando un proyecto de conservación.

1.6. Fuentes de información geográfica para la conservación

Los contenidos de este apartado se basan en el curso Environmental Applications of GIS (PSU, 2018).

Localización y adquisición de datos

Uno de los primeros pasos en cualquier proyecto de SIG es encontrar datos y metadatos relacionados con su tema y área de estudio. Por ejemplo, el mismo conjunto de datos puede obtenerse a menudo de múltiples instituciones, en múltiples formatos y en múltiples paquetes geográficos.

Puede ser necesario consultar varios sitios web diferentes para encontrar toda la información necesaria para utilizar los datos, como la fecha, la escala, la descripción de los valores codificados, etc. También puede utilizar diferentes sitios web para previsualizar los datos o para descargarlos. Es posible que descubra que algunas interfaces y productos de datos son mucho más fáciles de trabajar que otros.

Una de las potencialidades de las herramientas geográficas es que nos facilitan la toma de datos en el campo, pero algo aún más

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

ventajoso es la gran cantidad de datos disponibles en internet. A continuación, se indica una lista de los sitios web que tienen información más relevante en temas de conservación.

a. Datos de registros y distribución de especies

- Plataforma Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF): <http://www.gbif.org/>
- Natural History Museum Data Portal: <https://data.nhm.ac.uk/dataset/>
- Lista roja de la IUCN: <https://www.iucnredlist.org/resources/spatial-data-download>
- Birdlife International (sitio especializado en datos de aves): <http://datazone.birdlife.org/home>

b. Información taxonómica

- Jardín Botánico de Missouri: <https://www.tropicos.org/home>
- Taxonomía de plantas de GRIN: <https://www.grin-global.org/>

c. Datos ambientales

- Worldclim (datos climáticos actuales, futuros y pasados): <https://www.worldclim.org/>
- GIOVANNI (interfaz web de la NASA con datos de precipitación, temperatura entre otros): <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>
- Información de suelos del mundo (ISRIC): <https://data.isric.org/geonetwork/srv/eng/catalog.search>
- OpenTopography (datos de altitud de alta resolución y a escala global): <https://portal.opentopography.org/dataCatalog>

- Geospatial Conservation Atlas (portal de The Nature's Conservancy con datos relacionados a la conservación): <https://geospatial.tnc.org/>
- Downscaled GCM Data Portal (portal para descargar datos climáticos mundiales proyectados): <http://www.ccafs-climate.org/data/>
- Earth Data (acceso a diferentes herramientas para la manipulación y descarga de datos satelitales): <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/tools>
- World Database on Protected Areas (WDPA, base de datos mundial de áreas protegidas): <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/wdpa>
- Global Forest Watch (Plataforma con datos y herramientas para el monitoreo de bosques): <https://www.globalforestwatch.org/>
- Environmental Data Explorer (indicadores ambientales generados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) <http://geodata.grid.unep.ch/>
- World Wildlife Data and Tools (datos mundiales de vida silvestre y herramientas): <https://www.worldwildlife.org/pages/conservation-science-data-and-tools>
- DIVA-GIS (página web para descargar datos de diversos temas ambientales): <http://www.diva-gis.org/Data>
- Natural Earth Data (información geográfica en distintas escalas útil para la presentación de resultados cartográficos): <https://www.naturalearthdata.com/>

También se deben destacar a nivel nacional, la plataforma BioWeb Ecuador (<https://bioweb.bio/>) los geoportales del Ministerio del

Ambiente y Agua (<http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>), el geoportal del Ministerio de Agricultura y Ganadería (<http://geoportal.agricultura.gob.ec/>) y el centro de descargas del proyecto SIGTIERRAS (<http://www.sigtierras.gob.ec/descargas/>).

Descarga de datos

La mayoría de los sitios web proporcionan enlaces para descargar datos crudos de SIG que se pueden introducir en los análisis espaciales. Los shapefiles, las bases de datos geográficos y los rasters suelen estar disponibles para su descarga en una o más de las siguientes opciones:

1. Extracción mediante un sitio web de cartografía interactiva que permite al usuario definir un área en un mapa; se pondrá a su disposición para su descarga un archivo comprimido recortado a su región definida.
2. Sitios FTP navegables con archivos comprimidos que se pueden descargar inmediatamente.
3. Páginas web que le permiten hacer pedidos de datos personalizados.

Los archivos SIG de las opciones 2 y 3 son típicamente agregados por una o más unidades geográficas como zonas administrativas, cuadrículas, o cuencas hidrográficas. Es posible que necesite descargar varios archivos para cubrir toda su área de estudio, y luego fusionarlos en un único conjunto de datos utilizando un SIG. Los sitios de mayor calidad suelen ofrecer mapas interactivos en los que se pueden examinar los datos y metadatos disponibles del SIG.

Elección de los formatos de datos

Hace varios años, encontrar información en un formato legible de SIG era muy complicado. Esto ya no es así, ya que la mayoría de los

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

conjuntos de datos han sido convertidos a formatos SIG accesibles en Internet. Típicamente, los datos están disponibles en al menos dos formatos diferentes: archivos SIG en bruto (por ejemplo, shapefiles, geodatabases, rasters) y servicios de datos en línea.

Los sitios web de mapeo interactivo le permiten visualizar e interactuar con los servicios de datos en línea utilizando cualquier navegador de Internet. Los sitios generalmente incluyen un visualizador de mapas, una leyenda, herramientas para interactuar con sus datos, como el zoom y la identificación, y herramientas para descargar subconjuntos de datos directamente del mapa interactivo. Los mapas interactivos le permiten personalizar lo que se muestra en el mapa activando y desactivando las capas disponibles en la leyenda. También pueden permitirle ver los atributos subyacentes de cada fuente de datos.

Añadir servicios de datos en línea a un software SIG de escritorio ofrece muchos de los beneficios de los sitios web de cartografía interactiva, a la vez que proporciona mucha más flexibilidad para personalizar su mapa. Dependiendo del tipo de servicio, sus opciones para controlar la forma en que se muestran los datos son limitadas. Por ejemplo, es posible que no pueda cambiar ciertos aspectos de la simbología o utilizarlos para la entrada en herramientas de geoprocесamiento como la herramienta de recorte. A menudo tienen ajustes de renderización dependientes de la escala que tal vez no pueda alterar. Aparte de estas limitaciones, el uso de los servicios de datos en línea ofrece muchos beneficios. Pueden ahorrar mucho tiempo, ya que no es necesario descargar cada conjunto de datos individualmente y establecer la simbología para cada uno.

Los sitios web de cartografía interactiva son una excelente manera de conocer el área de estudio y comprobar la disponibilidad de varios conjuntos de datos al mismo tiempo, pero carecen de

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

herramientas para un análisis espacial robusto. Conectarse a los servicios de mapas dentro un software SIG es una forma fácil de crear mapas base, combinar datos de múltiples fuentes o integrar sus propias capas de datos con datos disponibles públicamente. Dado que los datos vienen presimbolizados, puede ahorrar mucho tiempo en la configuración de su mapa. Trabajar con datos en bruto le da la mayor flexibilidad en cuanto a la manipulación de los datos dentro de un software SIG.

Metadatos

Una vez que haya localizado y adquirido sus datos, su trabajo no ha hecho más que empezar. Es probable que sus datos de entrada hayan procedido de varias fuentes diferentes, tengan una variedad de formatos y extensiones de datos, cubran una gama de períodos de tiempo e incluyan muchos atributos diferentes. Necesita conocer estas propiedades antes de empezar a trabajar con sus datos en un SIG. Mucha de esta información no es inmediatamente obvia con sólo mirar los archivos. Necesitará localizar los documentos de metadatos para averiguar muchos de los detalles.

Encontrará que la calidad de los metadatos necesarios para entender y trabajar con los datos varía dependiendo de la fuente. Si los archivos de metadatos no están empaquetados con los datos en bruto, normalmente se puede encontrar la información que se necesita en algún lugar del sitio web de la fuente, haciendo una búsqueda general en Internet o poniéndose en contacto con el organismo u organización que creó los datos. Es posible que tenga que visitar varios sitios web diferentes para encontrar toda la información necesaria para responder a todas las preguntas que figuran a continuación. A veces, una de las partes que más tiempo consume de un proyecto de análisis es averiguar qué significan

los diferentes campos y valores de atributo (por ejemplo, valores codificados o abreviados).

- ¿Qué organismo u organización creó los datos?
- ¿Qué formato tienen los datos del SIG subyacentes, raster o vector?
- ¿Cuál es la resolución de los datos (rásters - tamaño de celda; vectores - escala del mapa)?
- ¿Cuál es la referencia espacial de los datos? Sistema de coordenadas (por ejemplo, Geográfico, UTM, Plano del Estado), proyección (por ejemplo, no proyectada, Transverse Mercator, Albers Equal Area), datum (por ejemplo, WGS84, NAD83, NAD27)
- ¿Los datos originales se crearon escaneando/digitalizando mapas de papel o se recogieron de forma continua (por un satélite)?
- ¿Qué período de tiempo representan los datos? ¿Varía la fecha según el lugar?
- ¿Cuáles son las unidades de los valores de los atributos medidos?
- ¿Existen valores de atributos codificados? En caso afirmativo, ¿dónde podemos encontrar las definiciones?

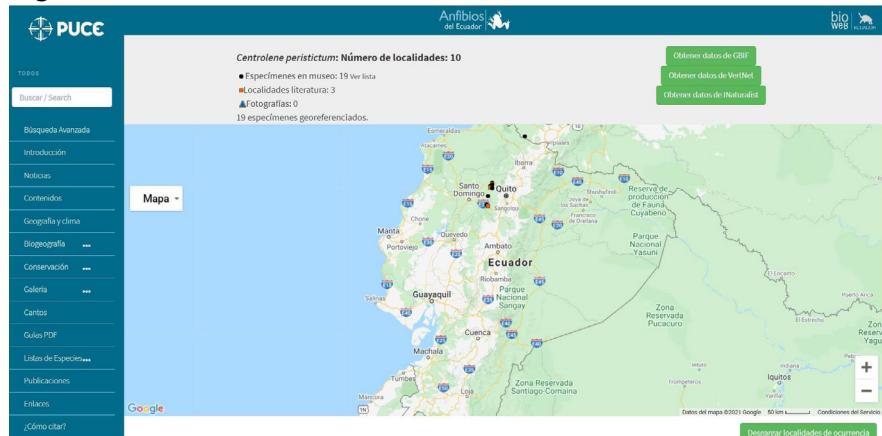
Es imprescindible tener claras las respuestas a esta lista de preguntas antes de empezar a trabajar con nuestros datos, de manera que, al finalizar el análisis, podamos ofrecer al usuario final información confiable y adecuada.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Explore la plataforma de Bioweb Ecuador (<https://bioweb.bio/>). Puede explorar, por ejemplo, el sitio Faunaweb y dentro de éste la Amphibia web. Ubique la especie *Centrolene peristictum*. Observará un mapa con localidades donde se ha registrado la especie, haga clic en el botón verde que dice “Obtener datos de GBIF”, luego en la parte inferior de la ventana haga clic en Descargar localidades de ocurrencia.

Figura 3.



¡Muy bien! Ahora explore el archivo descargado. Es un archivo de texto donde cada fila representa un registro y cada columna un atributo del registro. Observando estos datos, ¿podemos conocer alguna o la mayoría de los metadatos importantes? ¿Existe un contacto para averiguar los metadatos que no podemos deducir del archivo descargado? Ahora, intente descargar otro tipo de dato desde otra de las fuentes de información y compare la calidad de los metadatos.

Como puede notar, conocer la procedencia de los datos que provienen de internet es muy importante para saber cómo los podemos utilizar.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas



Semana 4

Estimados estudiantes, durante esta semana revisaremos dos herramientas que son muy útiles para la colección de datos en campo. Este tipo de aplicaciones son útiles porque permiten usar dispositivos móviles con tecnología GPS incorporada, que son mucho más asequibles que los equipos GPS. Aunque ofrecen una precisión de posición menor, tienen muchas ventajas. Por ejemplo, elaboración de formularios personalizados para el registro de datos, mayor control en la recogida de datos colaborativa y facilidad para integrar los resultados en un entorno SIG.

1.7. Herramientas para levantar información en el campo

Existe una gran variedad de aplicaciones que sirven para levantar información en el campo, en esta asignatura abordaremos dos de las más utilizadas: KoboToolBox y CyberTracker.

KoboToolBox

Esta aplicación se utiliza para recoger datos de varios temas ambientales y sociales. Posee dos interfaces KoBoToolbox (interfaz web) y KoBoCollect (Android). Los formularios que se crean con esta aplicación se pueden utilizar sin conexión a internet debido a que son creados con Enketo, una web que permite recoger datos offline y luego enviarlos cuando se tiene conexión a internet disponible.

En la interfaz web, se crea la cuenta de usuario y los formularios. Los formularios son la lista de preguntas sobre un tema determinado. La interfaz web también es la que recibe los datos recogidos a través del formulario y desde donde se los puede descargar.

La aplicación móvil está disponible para dispositivos Android, que debe sincronizarse con la cuenta de usuario creada desde la interfaz web. Cuando ya se ha sincronizado la cuenta se pueden descargar los formularios editados en Kobotoolbox para empezar a recoger datos. En los dispositivos que no son Android no es necesario instalar el Kobocollect porque se puede compartir el enlace del formulario y de todas maneras recoger los datos.

Un caso interesante de uso de Kobotoolbox es el de Vliet et al. (2017), quienes aplicaron esta tecnología en el seguimiento participativo de la caza en la Amazonía de Colombia. Ellos crearon un formulario para registrar los siguientes datos:

- Nombre y comunidad del cazador
- Información general sobre cada incursión de caza, aunque no se cazara ningún animal (es decir, fecha de partida, duración de la incursión, lugares visitados usando el mapa del territorio y otras actividades realizadas)
- Datos de la captura (es decir, especies, utilizando una lista de especies preestablecidas que incluye imágenes de los animales para ayudar a identificarlos, herramienta de caza utilizada, lugar y tipo de hábitat donde el cazador mató al animal, sexo y edad del animal, y aclaración sobre si el animal estaba preñado)
- Uso del animal (es decir, si fue consumido, regalado o vendido)

Asimismo, los cazadores podían incluir fotos de los animales capturados y agregar comentarios. Con estos datos pudieron generar indicadores como: número de incursiones de caza por mes; caza de biomasa al mes; número de animales cazados por especie y por mes; número de incursiones de caza sin éxito;

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

captura por unidad de esfuerzo de los cazadores en kilogramos por hora; proporción de especies pequeñas (de menos de 20 kg) en el consumo total mensual; uso de la carne (porcentaje vendido frente a otros usos) y biomasa por cazador por mes. Esta información, finalmente puede servir como insumo para planificar y supervisar la sostenibilidad de la caza a largo plazo.

Con este ejemplo, lo invito a revisar el siguiente [tutorial](#) acerca de la instalación, creación de formularios y registro de datos en KoboToolBox.

CyberTracker

Es una herramienta libre que facilita la recolección de datos georeferenciados (fotografía, sonido, notas de campo). Sin tener mayor experiencia en programación, permite crear aplicaciones personalizadas según los intereses o necesidades de nuestro proyecto.

Desde sus orígenes con rastreadores indígenas del Kalahari, se han iniciado proyectos de CyberTracker para proteger a los rinocerontes en África, para vigilar a los gorilas en el Congo, los leopardos de las nieves en el Himalaya, las mariposas en Suiza, los jaguares en Costa Rica, las aves en el Amazonas, los caballos salvajes en Mongolia, los delfines en California, las tortugas marinas en el Pacífico y las ballenas en la Antártida. Cybertracker es utilizado en todo el mundo por las comunidades indígenas, en las zonas protegidas, la investigación científica, la ciencia ciudadana, la educación ambiental, la silvicultura, la agricultura, las encuestas sociales y la prevención del delito.

Janvier y Mayaux (2002), utilizaron Cybertracker para la validación de imágenes satelitales radar en los bosques lluviosos de África Central. En el diseño de la aplicación elaboraron formularios para almacenar parámetros físicos medidos en terreno sobre diferentes tipos de bosques, como los bosques abiertos, los bosques cerrados

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

o los bosques pantanosos. Las observaciones de campo recogidas con ayuda de CyberTracker mejoraron la georreferenciación de las imágenes radar, su interpretación y la validación de los mapas derivados de las imágenes a un elevado nivel de detalle.

Ahora que ha visualizado la utilidad de esta aplicación, lo invito a revisar el siguiente [tutorial](#) sobre instalación y manejo básico de CyberTracker.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Profundice en el manejo de KoboToolBox y KoboCollect, observando el siguiente webinar <https://www.youtube.com/watch?v=XJS0q5zo68c>. Con la revisión de este webinar, se familiarizará con funciones básicas y avanzadas para la edición de formularios Kobo.
- Revise el siguiente vídeo sobre la creación de formularios en CyberTracker https://www.youtube.com/watch?v=PqudxvxL_G0. Con la revisión de este vídeo, se familiarizará con funciones básicas y avanzadas para la edición de formularios de Cybertracker.
- Una vez que ha revisado los tutoriales y webinars, genere un formulario de campo con KoboToolBox o Cybertracker, para registrar información de una especie de flora o fauna de su interés. Con este pequeño ejercicio, usted podrá reforzar sus habilidades en el manejo de herramientas para el levantamiento de información en el campo.
- Lo invito a resolver la Autoevaluación 1, para comprobar el aprendizaje alcanzado sobre la Unidad 1.



Autoevaluación 1

Indique si el enunciado es verdadero o falso

1. () Las estrategias de conservación se deben diseñar en base a criterios biogeográficos
2. () Los SIG se utilizan únicamente en temas relacionados a la conservación.
3. () La conservación y la preservación son sinónimos
4. () Los SIG facilitan el análisis de datos espacio temporales para la toma de decisiones en temas de conservación
5. () Cybertracker es un software SIG de escritorio, que permite editar y aplicar algoritmos a bases de datos espaciales

Seleccione la opción correcta

6. En la plataforma de GBIF podemos descargar:
 - a. Datos climáticos.
 - b. Límites administrativos.
 - c. Registros de especies.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

7. Los servicios de datos en línea, con respecto de los datos en bruto, tienen la siguiente ventaja:
 - a. Los datos vienen presimbolizados, lo que ahorra tiempo de trabajo.
 - b. El formato de descarga es tipo shapefile, por lo tanto, es más liviano.
 - c. Otorgan mayor flexibilidad de trabajo de edición y análisis.
8. Los metadatos sirven para:
 - a. Conectarse a servidores de mapas y servidores FTP.
 - b. Conocer la procedencia y propiedades de los datos.
 - c. Crear formularios para registrar información en el campo.
9. Cybertracker y KoboToolBox son:
 - a. Marcas de GPS recientemente comercializadas en el mercado.
 - b. Constelaciones de satélites para registrar la posición GPS.
 - c. Aplicaciones para dispositivos móviles con tecnología GPS.
10. Los formularios creados con KoboToolBox se pueden llenar en el campo:
 - a. Con conexión o sin conexión a internet.
 - b. Solamente con conexión a internet.
 - c. Solamente sin conexión a internet.

Ir al solucionario

Resultado de aprendizaje 2

Aplica herramientas geográficas para la conservación.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Estimados estudiantes, a partir de esta semana y hasta concluir el segundo bimestre aprenderemos cuestiones relacionadas con aplicaciones prácticas de las herramientas geográficas para la conservación. Para cada aplicación práctica haremos un breve repaso de su fundamento teórico y casos de estudio, para finalmente realizar un ejercicio práctico.

Lo invito a aprovechar este proceso de aprendizaje ¡Comencemos!

**Semana 5**

Durante esta semana estudiaremos los fundamentos del análisis geográfico de hábitat y distribución de especies. También se revisará algunos casos de estudio para visualizar la utilidad de estos modelos en la planificación de la conservación.



Unidad 2. Análisis de hábitat y distribución

Para complementar el estudio de estos apartados deben leer el artículo [Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética](#). En este artículo se exponen los principales métodos utilizados para la modelación de especies, con sus respectivas ventajas y desventajas.

2.1. Fundamentos del análisis de hábitat y modelos de distribución

Según López (2008), el planeamiento sistemático para la conservación provee un marco para la identificación de prioridades para la conservación basado en información sobre la distribución de una serie de sustitutos (especies, tipos de vegetación) que representan la diversidad biológica de un área definida. El objetivo de la planificación para la conservación es maximizar la representación de la biodiversidad mientras se optimiza la ubicación de recursos disponibles para ese propósito.

El mismo autor menciona que el proceso requiere la creación de bases de datos espaciales que describan cuantitativamente la variación geográfica de la biodiversidad y los niveles de protección y riesgo consistentemente a lo largo del área de estudio. Técnicas de modelamiento se han desarrollado para modelar los nichos ecológicos de especies mediante la correlación de un set de puntos conocidos de ocurrencia y un set de predictores ambientales.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Esta relación modelada es proyectada en el espacio geográfico para estimar las distribuciones de especies (o probabilidades de distribución) en áreas no incluidas en la muestra original.

¿Qué es hábitat?

El hábitat es un lugar ocupado por una población específica dentro de una comunidad. La selección del hábitat es una parte importante de los patrones de la historia de vida del organismo. La preservación de la vida silvestre requiere un conocimiento completo de sus requerimientos espaciales, comúnmente llamados “hábitat”. El hábitat de la vida silvestre incluye una variedad de factores: suelo, topografía, geología, geomorfología, temperatura, precipitaciones, disponibilidad y persistencia de agua, composición de la vegetación y características de la cubierta, incluida la influencia humana en todos estos factores (Gallina y López-González, 2011).

Según Whitmore (1981, citado en Gallina y López-González, 2011), el hábitat de alta calidad puede ser definido como aquellas áreas que presentan las condiciones necesarias para incrementar la adecuación de los individuos de una población, durante períodos prolongados de tiempo. Existen cuatro criterios para la selección de las variables del hábitat, los cuales se presentan en la figura 4.

Figura 4.*Criterios para seleccionar las variables para el análisis de hábitat*

Describir el ambiente donde se desarrolla el organismo.



Proveer medida de la estructura del ambiente.

Variación intraestacional menor a interestacional.

Fácil medición con procedimientos no destructivos.

De acuerdo con Cooperrider (1986, citado en Gallina y López-González, 2011) las siguientes variables se deben considerar para llevar a cabo una adecuada evaluación del hábitat de alguna especie:

Continuemos con el aprendizaje mediante la revisión:

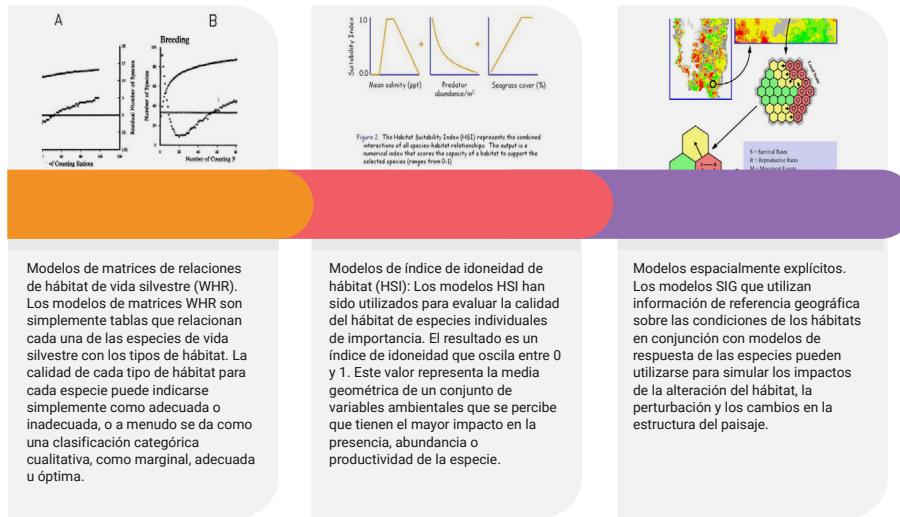
- Localización Geográfica. Es el más importante para predecir la ocurrencia de alguna o algunas especies. Así, la localización geográfica junto con el conocimiento de la distribución de la especie es adecuada para predecir la potencial presencia de una especie en el área.
- Vegetación. Tanto la estructura de la vegetación (fisionomía) como la composición de especies (florística) pueden determinar si un hábitat es adecuado o no para determinada especie.
- Estructuras físicas. Son importantes tanto para sistemas acuáticos como terrestres.

- Agua. Puede ser expresado como la distancia a fuentes de agua libre, densidad de manantiales o ciénagas. Las propiedades del agua como turbiedad, temperatura, pH, etc. pueden ser importantes para determinados animales como anfibios u otras especies acuáticas.
- Suplemento alimenticio. El alimento es un factor importante en determinar la presencia, ausencia o abundancia de especies de fauna silvestre. Cuando un animal está asociado a determinado tipo de vegetación o tipo de cobertura, o a un estrato de la vegetación, el modelo puede asumir que el tipo de vegetación le provee un adecuado suplemento alimenticio.
- Presencia, ausencia o abundancia de competidores. La presencia de competidores rara vez se incluye en los modelos, aunque se reconoce que es un factor que puede afectar la distribución y abundancia de las especies.
- Presencia, ausencia o abundancia de depredadores. Generalmente no se consideran en modelos cuantitativos del hábitat. Sin embargo, hay casos que pueden estar limitando una población, entonces deberá incluirse como un factor del hábitat en el modelo.
- Presencia, ausencia o abundancia de parásitos o enfermedades. Al igual que los dos anteriores, rara vez son incluidos en los modelos. Sin embargo, el papel de éstos para limitar poblaciones animales está bien documentado en muchas especies.
- Presencia, ausencia o abundancia de disturbios humanos. Incluye una amplia variedad de factores como ruido, carreteras, construcciones, etc.

- Presencia, ausencia o intensidad de cacería o cosecha. Aunque generalmente no se considera un factor del hábitat, en el contexto de modelos de hábitat, es útil considerarlo, ya que es obvio que puede limitar una población animal. Su impacto puede estar interrelacionado con factores físicos y de vegetación, como cantidad o calidad de la cobertura.
- Clima. El clima se refiere a las características de las condiciones atmosféricas de una región. Tiene influencia en la distribución de las especies y sus respuestas adaptativas, y bajo condiciones extremas puede rebasar la importancia de todas las variables del hábitat.
- Ocurrencia histórica. Generalmente no es considerada como un componente del hábitat, pero puede ser una característica relevante del hábitat. Si una especie animal ha sido registrada en un área en tiempos históricos, puede ser una excelente evidencia de que la especie puede o está presente.

Para evaluar el hábitat se disponen de algunos modelos, los principales se indican en la figura 5.

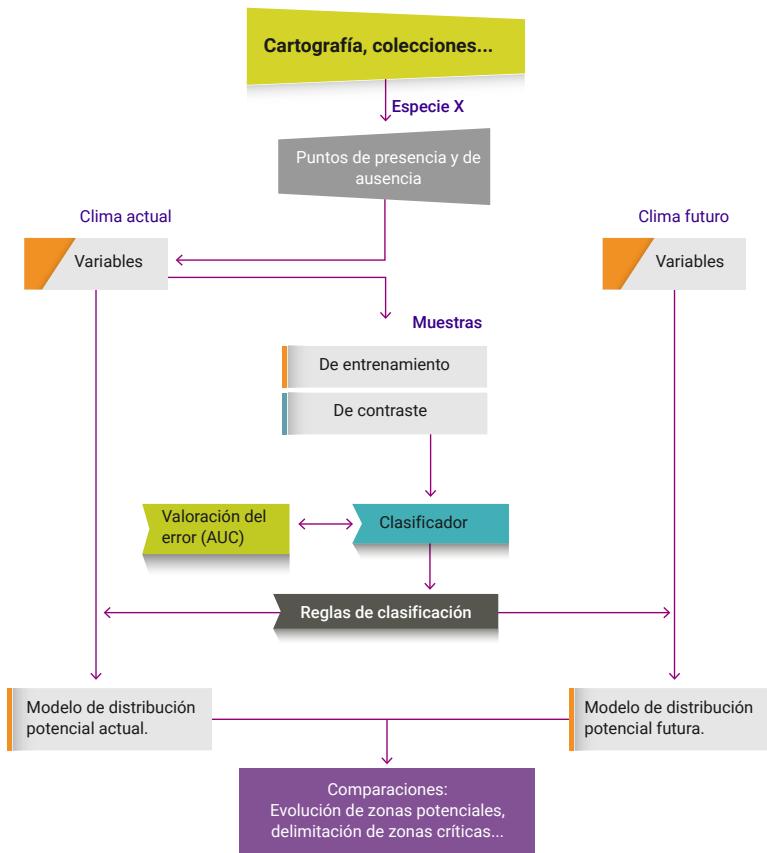
Figura 5.
Principales modelos para análisis del hábitat.



Como puede observar, una de las variables importantes que se deben conocer para poder realizar la evaluación del hábitat es la distribución de la especie. A continuación, va a conocer algunas cuestiones básicas sobre los modelos de distribución. Para profundizar en este tema debe leer el artículo [Modelos de distribución de especies: una revisión sintética](#).

Modelos de distribución

De acuerdo a Mateo et al. (2011), los “modelos de distribución de especies” (species distribution models) reflejan cartográficamente en un mapa de idoneidad de hábitat o de hábitat potencial (habitat suitability maps). A continuación, se presenta un diagrama general para establecer modelos de distribución de especies (figura 6).

Figura 6.*Esquema para realizar un modelo de distribución de especies.*

Fuente: Mateo et al. (2011)

Mateo et al. (2011), destaca que en un modelo de distribución tenemos dos tipos de variables:

- Variable dependiente. Corresponde a la información disponible sobre observaciones reales del organismo investigado. Pueden ser datos de presencia, presencia/ausencia, abundancia o registros históricos.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

- **Variables independientes.** Los factores ambientales comúnmente utilizados son: (1) variables climáticas; (2) información sobre edafología, litología y geología (3) elevación y variables derivadas; (4) variables obtenidas mediante teledetección, como índices de vegetación, temperatura en superficie o clasificaciones de la cubierta del suelo; (5) finalmente, algunos modelos han tenido en cuenta variables de tipo demográfico y de ocupación del espacio, como índices de población, accesibilidad, densidad o proximidad a vías de comunicación, que son útiles como indicadores del grado de influencia antrópica.

Para generar modelos de distribución existen diferentes técnicas, las cuales se resumen en la tabla 4.

Tabla 4.

Técnicas para generar modelos de distribución.

Técnica	Descripción
Discriminantes	Necesitan datos de presencia y ausencia para construir el clasificador. Algunas de las más conocidas son: árboles de clasificación, redes neuronales, modelos lineales y máxima entropía
Descriptivas	Sólo requieren datos de presencia. Pueden ser generadas a través de opinión de expertos, polígonos envolventes, métodos de distancias o algoritmos de maximización.
Mixtas	Emplean reglas descriptivas y discriminantes. El ejemplo más conocido es el algoritmo GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Production)

Fuente: Mateo et al. (2011)

Guisan et al. (2017), señalan que los modelos de distribución sirven para:

1. Cuantificar el nicho ambiental de las especies y sus cambios en el tiempo y el espacio

2. Esclarecer los factores ambientales que determinan el rango de las especies
3. Relacionar los HSM con las características de las especies o la demografía de las poblaciones
4. Probar las hipótesis evolutivas en la biogeografía
5. Evaluar la invasión y proliferación de especies
6. Evaluar el impacto del clima, el uso de la tierra y otros cambios ambientales en la distribución de las especies
7. Sugerir sitios no estudiados con un alto potencial de ocurrencia de especies raras o nuevas
8. Apoyar planes de gestión adecuados para la recuperación de especies y mapeo de los sitios adecuados para la restauración de especies
9. Apoyar a la planificación de la conservación y la selección de reservas
10. Modelar las propiedades de las comunidades y los ecosistemas a partir de las predicciones de las especies individuales
11. Detectar y anticipar la propagación y los brotes de enfermedades
12. Incorporar la idoneidad del hábitat en la evaluación de las dinámicas del paisaje y sus poblaciones

2.2. Casos de estudio

En este apartado vamos a revisar algunos casos en los que se han aplicado los modelos de análisis de hábitat y de distribución de especies.

Análisis de hábitat

Palupe et al. (2016) realizaron una modelación de la idoneidad del hábitat y las asociaciones ecológicas del muflón europeo (“mouflon”; *Ovis musimon*) y el ciervo axis (*Axis axis*) en Hawái utilizando fotografías aéreas y datos ambientales que incluían variables climáticas, de vegetación y topográficas. Aplicaron modelos lineales generalizados (MLG) y los MLG aleatorios. Como predictores utilizaron la productividad de las plantas, la precipitación media anual, el índice diferencial normalizado de vegetación (NDVI) y la cubierta de nubes. La presencia de ciervos axis era también un importante predictor explicativo de la distribución del muflón, pero los ciervos no se veían influidos por la distribución del muflón, lo que indicaba una competencia asimétrica. En consecuencia, el muflón se limitaba a las laderas áridas y muy secas de menor elevación, mientras que los ciervos axis se distribuían más ampliamente en otros entornos de tierras altas de la isla, pero evitaban los terrenos escarpados.

En Ecuador, Pérez-Torres (2002) realizó una evaluación de hábitat para el “Tinajo” (*Agouti taczanowskii*). Se calculó un índice en base a criterios tanto cualitativos como cuantitativos. Los valores del índice de diferentes áreas pueden ser comparados para determinar de manera jerárquica cuál es más adecuado para realizar actividades particulares de manejo o conservación de esta especie en zonas de bosque andino. El índice se basa en doce variables: porcentaje de uso del área, abundancia del “Tinajo”, explotación humana, grado de protección, riqueza en la dieta, cobertura foliar de las especies

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

vegetales, accesibilidad a las especies vegetales que hacen parte de la dieta, heterogeneidad del hábitat, disponibilidad de agua, áreas potenciales de reproducción, presencia de predadores y factores antrópicos. Puede revisar con más detalle este estudio en el enlace: <https://www.redalyc.org/pdf/499/49925477006.pdf>

Distribución de especies

Mejía et al. (2018), modelaron la distribución potencial del árbol perteneciente al género botánico *Polylepis*, de los Andes Tropicales. Para esto, utilizaron datos de la agencia WorldClim - General Circulation Models. La información se complementó con ocurrencias de la especie en el área de estudio. Una vez obtenidos los datos climáticos y las observaciones de *Polylepis* se utilizó un método de Maxima entropía (MaxEnt), para construir modelos de distribución actual y futura de la especie. Los resultados obtenidos indican el comportamiento de la especie en la cuenca de Río Paute contribuyendo datos preliminares que servirán para la toma de decisiones relacionadas con la conservación de recursos naturales.

Cartaya et al. (2016), identificaron la distribución geográfica potencial del hábitat de la *Cuniculus Paca* (guanta), en el occidente de Ecuador. Usaron el programa de modelamiento predictivo MaxEnt para la identificación del hábitat y un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el cruce algebraico de los factores geográficos (geoformas, usos de la tierra y densidad de población). Las variables abióticas que determinan el hábitat son las precipitaciones de trimestre más cálido, el trimestre más seco y el trimestre más frío, así como la altitud. Encontraron que el hábitat óptimo de la especie está muy intervenido por ello se propone como medida de reconstrucción ambiental, el diseño de corredores ecológicos y zonas de amortiguamiento.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Una vez que ha terminado la revisión del apartado 2.2 de la guía didáctica, redacte un párrafo estableciendo la diferencia entre modelos para evaluación del hábitat y modelos para distribución de especies.
- A partir de la lectura del artículo [Modelos de distribución de especies: una revisión sintética](#), conteste la siguiente pregunta: ¿cuáles son los principales inconvenientes de los datos provenientes de colecciones de historia natural?
- Investigue cuál de las herramientas geográficas que se mencionaron en el apartado 1.5 de la guía didáctica tienen aplicaciones específicas para el análisis de hábitat o modelos de distribución de especies.



Semana 6

Estimado estudiante, durante esta semana vamos a realizar un ejercicio práctico que tiene que ver con la descarga y preparación de datos para realizar un modelo de distribución.

2.3. Ejercicio práctico 1: modelos de distribución con MaxEnt

Maximum Entropy (MaxEnt), es una aplicación desarrollada por Steven J. Phillips, Robert P. Anderson, y Robert E. Schapire para estimar la distribución probabilística objeto, como la distribución

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

espacial de una especie, que es la más dispersa, más cercana a ser uniforme, y sujeta a constreñimientos como observaciones conocidas de una especie. MaxEnt usa la máxima entropía como marco para generalizar observaciones específicas de la presencia de una especie, y no requiere ni incorpora puntos de ausencia dentro del marco teórico.

Algunas de las ventajas de MaxEnt incluyen: 1) Requiere solo datos de presencia, en conjunto con variables ambientales 2) Puede usar tanto datos continuos como

categóricos y puede incorporar interacciones entre distintas variables 3) Utiliza eficientes algoritmos que han sido desarrollados para garantizar convergencia en una óptima (entropía máxima) distribución probabilística 4) La distribución probabilística de MaxEnt tiene una definición matemática concisa.

Descargue MaxEnt en la siguiente dirección: https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/

Para no llenar el formulario de descarga haga clic en “I prefer to download without providing this information”, como se indica en la figura 6.

Figura 6. *Descarga de MaxEnt*

Download

Current version 3.4.4

Please tell us a little about yourself!

Name:

Institution:

Email:

Comment/Intended Use*:

*Optional

Submit

I prefer to download without providing this information

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

En la misma página, descargue el tutorial en español (Version 3.2.0 Spanish translation) y los datos para el tutorial (tutorial data) que se muestran en la siguiente imagen.

Figura 7. Descarga de Tutorial y Datos

Source Code

- <https://github.com/mrmaxent/Maxent>

Tutorials

- Current [tutorial in English](#) (5.7 MB)
- [Tutorial data \(12.2 MB\)](#)
- [Version 3.2.0 Spanish translation, provided by Paolo Ramoni-Perazzi \(1.6 MB\)](#)
- Version 3.2.0 [Spanish translation](#), modified version provided by Jose Marrero (1.6 MB)
- Version 3.2.0 [Russian translation](#), provided by Maxim Dubinin

Datasets used in the Ecological Modelling paper

- [coverages.zip](#) (3.8 MB) - the coverages used in modeling.
- [ipcc.zip](#) (10.8 MB) - the raw ipcc data, as downloaded from the [IPCC Data Distribution Centre](#). Also the annual and monthly variables used for the study, extracted from the raw ipcc data and converted into world-wide coverages in .asc format.
- [samples.zip](#) (9.5 kB) - the training and testing sample localities used.

Realice el ejercicio que se explica en el tutorial para comprender el funcionamiento de MaxEnt. Sobre todo, ponga mucha atención a la interpretación de los resultados.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Revise el capítulo 2 del [Manual de Capacitación en Análisis Espacial de Diversidad y Distribución de plantas](#). En este apartado usted aprenderá más detalles sobre la preparación de datos para trabajar en el entorno de MaxEnt.
- Lea el documento [Creación de modelos predictivos con MaxEnt](#), para profundizar su comprensión sobre los resultados que arroja el programa.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

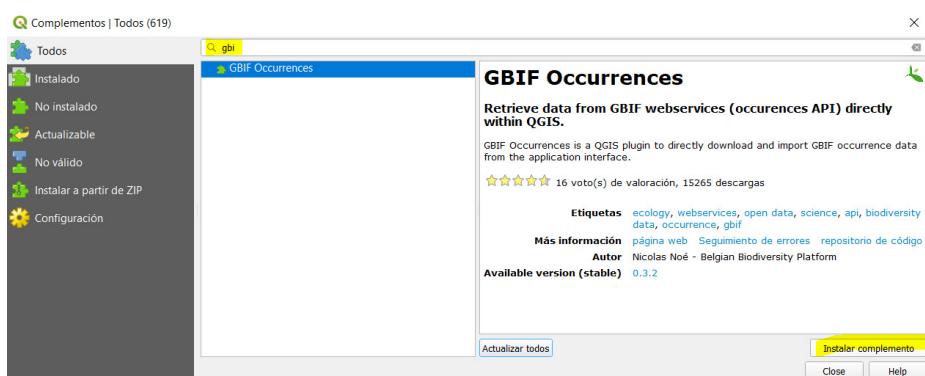
Referencias bibliográficas

- Piense en una especie de flora o fauna que sea de su interés e investigue cuáles serían las variables más relevantes que necesitaría obtener para realizar un análisis de hábitat o modelo de distribución de esa especie.
- Revise el siguiente video <https://www.youtube.com/watch?v=jEMtVkJlyhM>, acerca del manejo básico de MaxEnt. Con este corto tutorial aprenderá sobre las ventajas de MaxEnt para la elaboración de modelos predictivos y también acerca de los datos necesarios para generar un modelo. Resuelva el siguiente Quizz, basado en los contenidos del video, para fortalecer su comprensión sobre el manejo de MaxEnt.

Manejo de MaxEnt

- Instale el complemento GBIF Occurrences en QGIS 3. El complemento GBIF permite acceder a los datos de ocurrencia especies de la base de datos Global Biodiversity Informatics (figura 8).

Figura 8.
Instalación de complemento GBIF en QGIS



Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Para acceder al complemento, haga clic en el menú Vectorial -> GBIF Occurrences. Desde el panel de GBIF puede aplicar filtros de búsqueda para cualquier especie que sea de su interés. A modo de ejemplo, configuremos la herramienta como se indica en la figura 9.

Figura 9.

Configuración básica de una búsqueda en GBIF

The screenshot shows the 'GBIF Occurrences' search interface. At the top left is the title 'GBIF Occurrences'. On the right is a close button ('X'). Below the title is a section titled 'Filters:'.

About occurrence:

- Scientific name:
- Taxon key:
- Basis of record:
- Country:
- Catalog Number:
- Recorded by:
- Use a year range
- Year:

About data source:

- Publishing Country:
- Institution Code:
- Collection Code:
- Dataset key:

At the bottom of the search interface are three buttons: 'Load occurrences' (highlighted in blue), 'Stop', and a progress bar showing '0%' completion.

Con esta configuración, simplemente estamos filtrando por nombre científico de la especie y país, pero como puede observar hay otras opciones con las cuales puede restringir más su búsqueda. En este ejemplo estamos obteniendo todos los registros existentes de puma ya sean provenientes de observaciones, literatura u otras fuentes.

Para poder utilizar esta capa en MaxEnt necesitamos tener columnas con el nombre de la especie y con las coordenadas de latitud y longitud. También se podría cambiar el sistema de referencia siempre y cuando las variables predictivas se encuentren en el mismo sistema.

¡Muy bien! ¡Continúe con su proceso de aprendizaje!



Semana 7

Estimado estudiante, durante esta semana realizaremos un ejercicio práctico con el software BioMapper para obtener un modelo de análisis de hábitat.

2.4. Ejercicio práctico 2: Análisis de hábitat con Biomapper

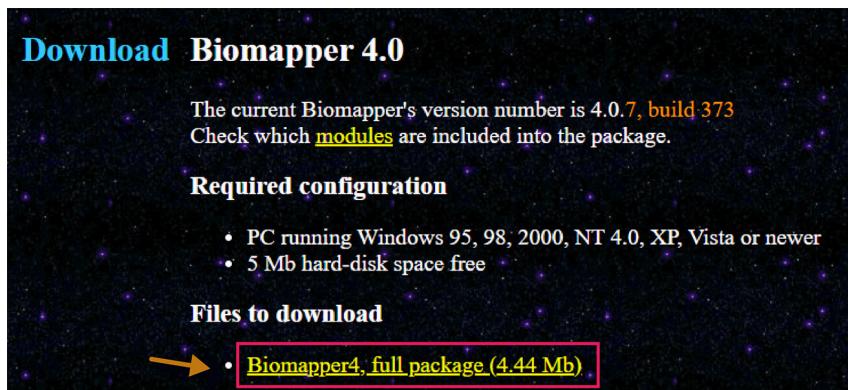
Biomapper es un kit de herramientas estadísticas y de SIG diseñadas para construir modelos y mapas de adecuación del hábitat (HS) para cualquier tipo de animal o planta. Se centra en el Análisis del Factor de Nicho Ecológico (ENFA) que permite computar los modelos de HS sin necesidad de datos de ausencia. Más precisamente, puede ocuparse de las siguientes tareas:

- Preparar los mapas ecogeográficos para utilizarlos como entrada para el ENFA (por ejemplo, calcular el mapa de frecuencia de ocurrencia, estandarización, enmascaramiento, etc.)
- Explorarlos y compararlos mediante estadísticas descriptivas (análisis de distribución, etc.)
- Computar el Análisis de Factores de Nicho Ecológico y explorar sus resultados.
- Computar un mapa de idoneidad del hábitat y evaluarlo.

Para descargar BioMapper acceda a la [página web](#) del software (figura 10):

Figura 10.

Descarga de Biomapper



Una vez que descomprima el archivo descargado, solamente haga clic sobre el fichero BioMapper4 (figura 11) y el programa se ejecutará.

Figura 11.

Archivo ejecutable de BioMapper

Name	Date modified
BigGroup	17/6/2004 9:26
Biomapper4[cnt]	30/5/2008 15:52
BioMapper4	11/2/2009 9:21
BIOMAPPER4	2/12/2008 8:29
Booleanisator	18/3/2004 13:38
CircAn	24/7/2007 12:16
Converter	26/10/2007 11:56
DistAn	7/6/2004 10:56
faq	25/2/2008 18:41
GridConverter	21/3/2002 10:01
GroupStat	14/5/2004 17:12
Landscape.smp	13/1/2001 19:35
Landscape_series.smp	15/1/2001 15:20

Al abrir BioMapper, aparece la siguiente ventana (figura 12). Haga clic en OK.

Figura 12.

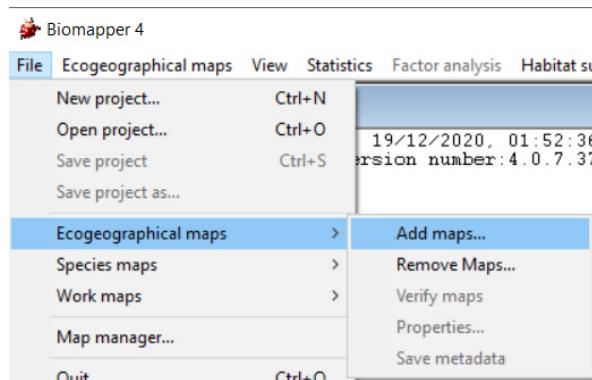
Mensaje de BioMapper



Trabaje con los datos de la carpeta Vicugna disponible en el CANVAS. Estos son datos de presencia de Vicuña y de variables ambientales para analizar su hábitat. Para cargar los archivos de variables ambientales haga clic en File - Ecogeographical maps – Add Maps (figura 13).

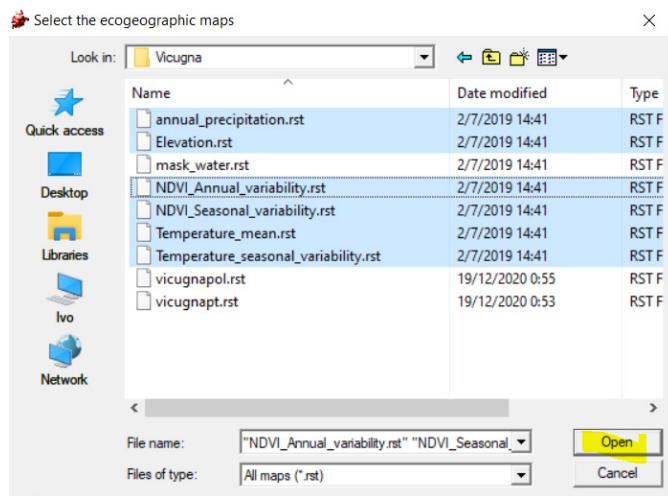
Figura 13.

Añadir variables em BioMapper



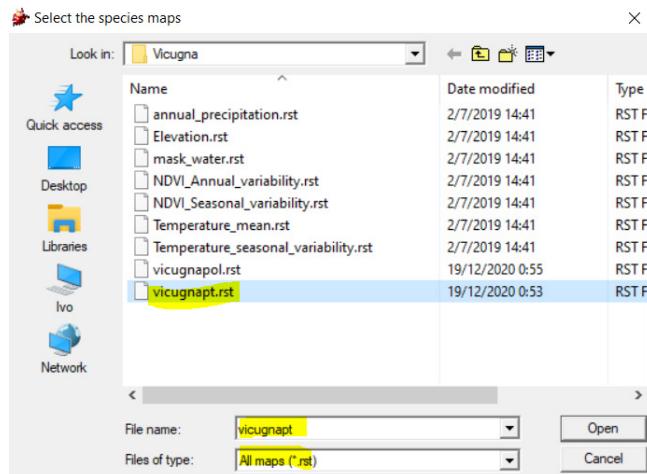
Seleccione los archivos que se indican en la siguiente imagen (figura 14):

Figura 14.
Seleccionar variables em BioMapper



Ahora ingrese el mapa de especies, haciendo clic en File- Species map-Add map. Seleccione el archivo que se indica en la figura 15.

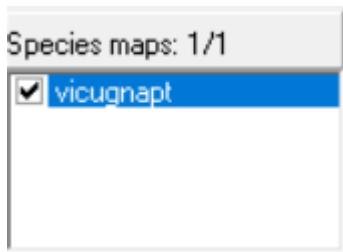
Figura 15.
Seleccionar mapa de especies en BioMapper



Asegúrese de activar la casilla junto a la capa de especies (figura 16).

Figura 16.

Activar capa de especies en BioMapper



Antes de empezar a generar resultados, guarde el proyecto, haciendo clic en File-Save Project. Cree una carpeta y guarde el proyecto como vicugnaHS.

BIOMAPPER permite realizar ya sea un análisis automático o un análisis manual. Con fines de visualizar la utilidad del programa realizaremos un análisis automático.

En el menu Factor Analysis, escoja Automatic Analysis. La ventana le permitirá configurar lo siguiente:

- Processes. Seleccionar los procesos que se desea ejecutar
- Species map. Seleccionar el mapa de especies
- Factors. Método para seleccionar el número de factores para el análisis
- Habitat Suitability Algorithm. Algoritmo para definir la idoneidad de hábitat
- Number of categories. Número de categorías de cada factor
- Scaling. Método de escalado
- Output. Resultados que se quiere obtener después de la ejecución del análisis automático

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

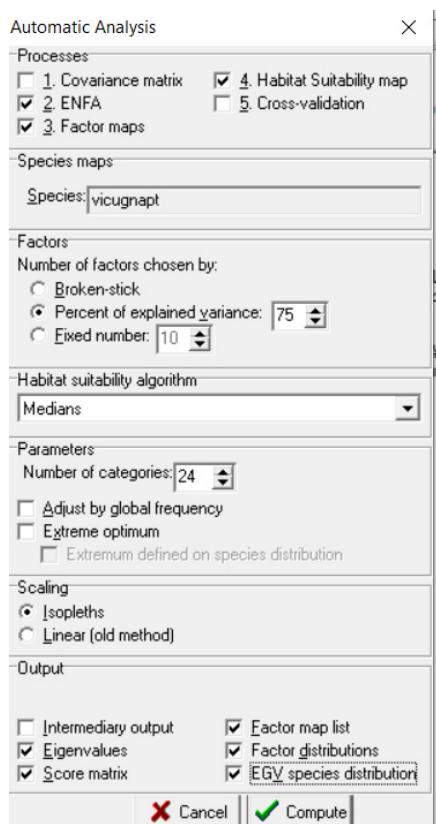
Solucionario

Referencias bibliográficas

Configure la ventana de análisis automático como se indica en la figura 17 y haga clic en Compute.

Figura 17.

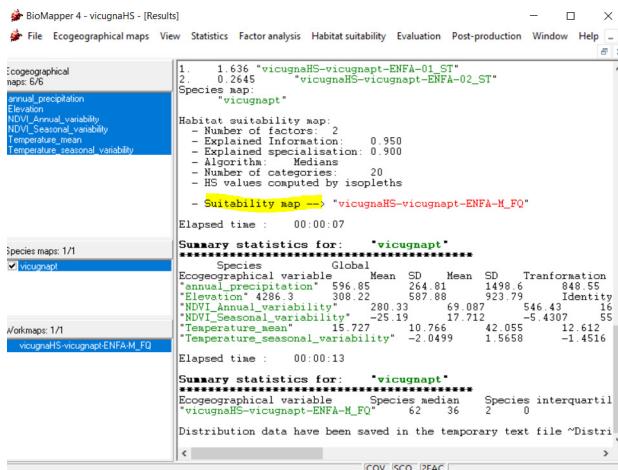
Configuración del modelo de hábitat



Observe la ventana de resultados para verificar el nombre de salida del mapa de idoneidad de hábitat (figura 18).

Figura 18.

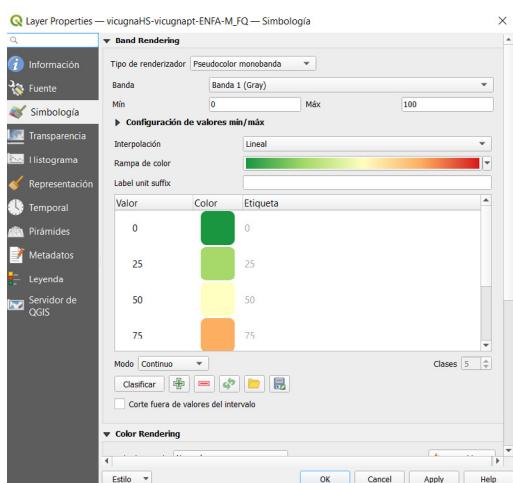
Verificar nombre de mapa de hábitat



Abra este archivo en QGIS y dele un estilo de Monobanda pseudocolor y superponga la capa vicugna.vct

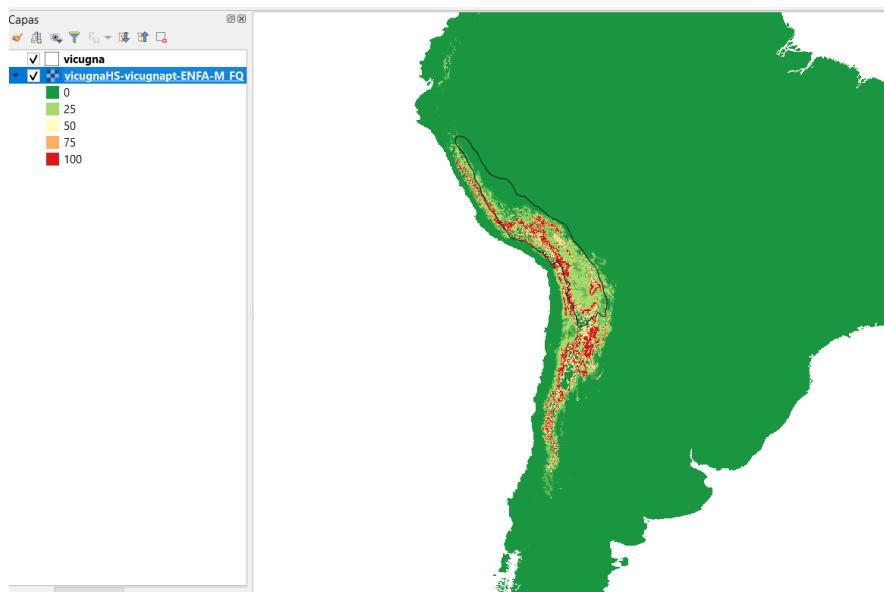
Figura 19.

Configuración de simbología del mapa de hábitat en QGIS



La visualización debería quedar como se indica en la figura 20.

Figura 20.
Visualización del mapa de hábitat en QGIS



Los valores cercanos a 100 son aquellos donde el hábitat de la vicuña es más adecuado. Por otro lado, el polígono corresponde a la distribución de la vicuña, por lo tanto, permite observar que la mayoría del área de distribución tiene una calidad de hábitat menor al 50%. Modelos como este ayudan a tomar decisiones de manejo del hábitat con el fin de mejorar las condiciones de supervivencia de las especies.

Con este interesante tema, ha concluido los contenidos del primer bimestre

¡Felicitaciones por su esfuerzo!



Actividades de aprendizaje recomendadas

- No existe documentación en español sobre BIOMAPPER, pero puede revisar este [corto tutorial](#) y traducirlo con ayuda de la página deepl.com. Así tendrá la oportunidad de familiarizarse con más opciones de configuración y resultados del programa.
- Realice una búsqueda en la web acerca de otras herramientas SIG que faciliten la evaluación de calidad del hábitat. Verifique si son libres o de pago, si son independientes o funcionan como extensiones de un software en particular.
- Lo invito a resolver la autoevaluación 2, para comprobar el aprendizaje alcanzado sobre la unidad 2.



Autoevaluación 2

Indique si el enunciado es verdadero o falso

1. () El hábitat se puede definir conociendo los requerimientos espaciales de la especie de interés
2. () La presencia, ausencia o abundancia de competidores es una variable poco utilizada en los modelos de hábitat
3. () Los modelos HSI relacionan la calidad de hábitat para cada especie a través de matrices
4. () Los modelos de distribución de especies y los modelos de calidad de hábitat son sinónimos
5. () Los modelos de nicho y modelos de hábitat potencial son tipos de modelos de distribución de especies

Seleccione la opción correcta

6. En un modelo de hábitat, las variables principales son:
 - a. Localización geográfica de la especie, requerimientos de agua, alimento, clima, tipo de vegetación e influencia antrópica
 - b. Localización geográfica de la especie y presencia de competidores, parásitos y enfermedades
 - c. Localización geográfica, nombre científico, fecha y hora de colección, nombre del colector

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

7. En un modelo de distribución de especies, las variables principales son:
 - a. Registros de localización de la especie y presencia de competidores
 - b. Registros de localización de la especie y variables ambientales
 - c. Registros de presencia y ausencia de especies y aplicación de técnicas discriminantes
8. Una desventaja de los registros de colecciones es que:
 - a. Tienen gran cantidad de datos de presencia, pero no de ausencia
 - b. La gran mayoría de datos presenta errores de georreferenciación
 - c. Gran parte de los datos proviene de muestreos dirigidos
9. Las técnicas descriptivas son las que:
 - a. Necesitan datos de presencia y ausencia
 - b. Solamente necesitan datos de presencia
 - c. No trabajan con datos de presencia ni ausencia sino con el índice de idoneidad
10. MaxEnt permite obtener salidas como:
 - a. Mapas de distribución potencial, análisis estadísticos y curvas de respuesta de las variables predictivas
 - b. Mapas de distribución real, contribución de las variables predictivas y mensajes para incluir más variables en el modelo
 - c. Mapas de distribución potencial, índice de calidad de hábitat (HSI) y nicho ecológico

Ir al solucionario



Actividades finales del bimestre



Semana 8

Estimado estudiante, ha llegado a la finalización del primer bimestre. Espero que los temas revisados durante este bimestre hayan sido de su interés. Esta semana está destinada a la revisión y estudio de los contenidos del primer bimestre. Por lo tanto, se recomienda lo siguiente:

- Estudiar las unidades del primer bimestre de la guía didáctica, aplicando técnicas de estudio como mapas conceptuales, resúmenes y esquemas.
- Realizar una lectura comprensiva de las lecturas obligatorias en los temas que corresponda, subrayando o resaltando ideas principales y consultando el significado de términos nuevos.
- Revisar las actividades calificadas y autoevaluaciones para reforzar su comprensión sobre los temas.

Revise la siguiente [tabla](#) con el resumen de los temas estudiados durante el primer bimestre.

De igual manera, le invito a revisar la siguiente infografía, en la cual están compilados los enlaces hacia las lecturas complementarias del primer bimestre.

[Resumen de contenidos del primer bimestre](#)

¡Felicitaciones por su esfuerzo y mucho éxito en la evaluación bimestral!

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas



Segundo bimestre

Resultado de aprendizaje 3 Aplica herramientas geográficas para la conservación.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Estimados estudiantes, durante el segundo bimestre aprenderemos cuestiones relacionadas con aplicaciones prácticas de las herramientas geográficas para la conservación. Para cada aplicación práctica se hará un breve repaso de su fundamento teórico y casos de estudio, para finalmente realizar un ejercicio práctico.

Les invito a aprovechar este proceso de aprendizaje. ¡Comencemos!



Semana 9

Esta semana abordaremos el tema de Evaluación de servicios ecosistémicos, le invito a leer con atención los recursos propuestos.



Unidad 3. Evaluación de servicios ecosistémicos

3.1. Fundamentos de la evaluación de servicios ecosistémicos

Los contenidos de este apartado se basan en el libro [Mapping Ecosystem Service](#) (Burkhard y Maes, 2017). Para complementar los contenidos de este apartado lea las páginas 63 a 70 del libro [Integración de los Servicios Ecosistémicos en la Planificación del Desarrollo](#) y las páginas 1-4 del artículo [Procesos de Geoprocесamiento en la Espacialización de Servicios Ecosistémicos en Áreas de Interés Local, Caso de Estudio: Cuenca la Presidenta](#). En estos recursos encontrará cómo se analiza los servicios ecosistémicos desde el punto de vista geográfico.

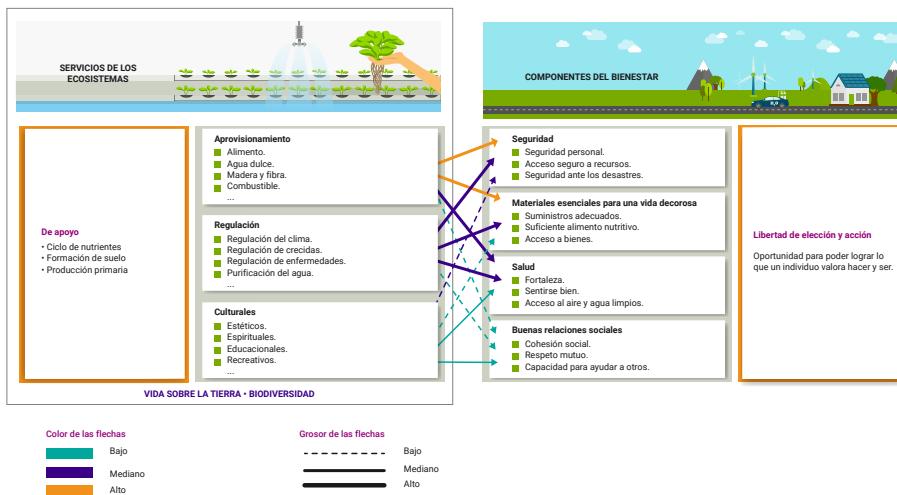
¿Qué son los servicios ecosistémicos?

Los servicios ecosistémicos (SE) son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y sus especies sostienen y satisfacen la vida humana y la economía, en el que los SE son los beneficios que los seres humanos obtienen, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas. El estudio TEEB (La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad 2008-2010) definió los SE como las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano. Todas las definiciones subrayan el vínculo entre los ecosistemas (naturales) y el bienestar humano (figura 21) y los servicios son el “puente” entre el mundo humano y el mundo natural.

Relación entre servicios ecosistémicos y bienestar humano

Figura 21.

Relación entre servicios ecosistémicos y bienestar humano. Fuente: Millennium Ecosystem Assessment (2005).



Con respecto a la evaluación de servicios ecosistémicos, existen diferentes formas de estudiarlos, desde modelos econométricos a valoraciones socioculturales. En esta asignatura nos interesan los métodos que tienen que ver con el mapeo de servicios ecosistémicos. En la tabla 5, se muestran algunas de las herramientas de mapeo más comunes.

Tabla 5.*Principales herramientas para mapeo de servicios ecosistémicos.*

Herramienta	Plataforma	Escala	Fuente
Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST)	ArcGIS, Terrset/ Independiente	Municipal a provincial	https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest
Artificial Intelligence for Ecosystem Services (ARIES)	Interfaz gráfica de usuario (GUI)/ Basado en la web	Municipal a provincial	http://aries.integratedmodelling.org/
Multiscale Integrated Models of Ecosystem Services (MIMES)	Software de simulación	poblado/ local a global	http://www.affordablefutures.com/orientation-to-what-we-do/services/mimes
Social Values for Ecosystem Services (Solves)	ArcGIS	Municipal a provincial	http://solves.cr.usgs.gov/
Land Utilisation Capability Indicator (LUCI)	ArcGIS	poblado/ local a global	http://www.lucitoools.org/
Integrated Model to Assess the Global Environment (IMAGE)	Conjunto de modelos	Global	Welcome_to_IMAGE_3.0_Documentation">http://themasites.pbl.nl/models/image/index.php?Welcome_to_IMAGE_3.0_Documentation
Co\$ting Nature	Basado en la web, Google Earth	Municipal a provincial	http://www.pollicysupport.org/costingnature
Ecosystem Valuation Toolkit	Basado en la web	Municipal a provincial	http://esvaluation.org/
ESM-App	Aplicación Android para smartphones	Municipal a provincial	http://www.ufz.de/index.php?en=33303

Fuente: Burkhard y Maes, 2017.

Una de las primeras decisiones al mapear SE es definir la unidad espacial de análisis. Algunas de las unidades espaciales más utilizadas son:

- Hábitat. En función de una especie determinada
- Regiones naturales. Dependiendo de recursos biofísicos
- Paisaje. Cuando la unidad espacial es homogénea
- Cuencas hidrográficas. Considerando los procesos hidrológicos
- Unidades administrativas. Según la demanda de SE por parte de la población

También es importante decidir qué es lo que se va a mapear. Por ejemplo:

- Propiedades y condiciones de los ecosistemas: estructura, procesos ecológicos y estado de salud del ecosistema.
- Potencial de SE: cantidad del SE que se puede proveer de forma sostenible en una región determinada.
- Provisión de SE: stocks de activos naturales que se suministran en un período determinado de tiempo.
- Flujo de SE: cantidad de SE que se moviliza en un área y tiempo específicos.
- Demanda de SE: necesidad específica de un SE de una sociedad, grupo de interés o individuos.
- Aportes humanos: acciones que afectan la generación de SE como el manejo del suelo o presiones antrópicas.

A continuación, revisará algunos casos de estudio de evaluación de servicios ecosistémicos considerando los diferentes enfoques antes mencionados.

Casos de estudio

Estructura del ecosistema: Walz (2015, citado en Burkhard y Maes, 2017) calculó el perímetro de parches de bosque no fragmentados y utilizó esta propiedad del ecosistema como medida de calidad de hábitat para la vida silvestre, funcionamiento de procesos como la polinización y como indicador del paisaje con fines recreativos.

Flujo de SE: El “flujo” de SE que regula las inundaciones tiene lugar mediante unidades espaciales que pueden capturar el exceso de agua (área proveedora del servicio) y regular la escorrentía de agua superficial que contribuye a las inundaciones. Los seres humanos y sus propiedades se benefician de este flujo regulador de SE por las menores cantidades de agua de inundación que llegan al área beneficiaria del servicio (Nedkov y Burkhard 2012, citado en Burkhard y Maes, 2017).

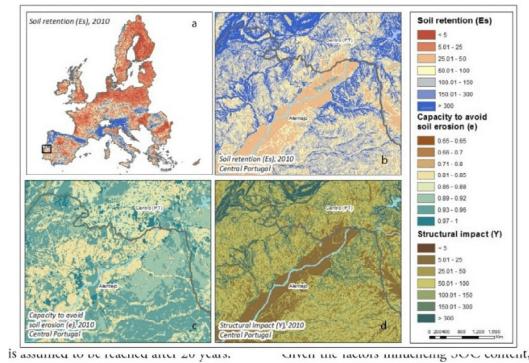
Otro enfoque de los estudios, es el de mapear un servicio ecosistémico específico.

Veamos algunos ejemplos:

- Mapeo de un SE de regulación: retención del suelo

Una evaluación de la protección del suelo en Europa en 2010 se calculó la capacidad de retención del suelo, es decir la pérdida de suelo sin cubierta vegetal medido en toneladas ha⁻¹ año⁻¹. La retención del suelo sólo se produce cuando los suelos corren el riesgo de ser erosionados. En estos lugares, la cubierta vegetal protege el suelo contra los flujos de agua (escorrentía superficial), reduce el impacto estructural y, por lo tanto, presta un servicio eficaz (figura 22).

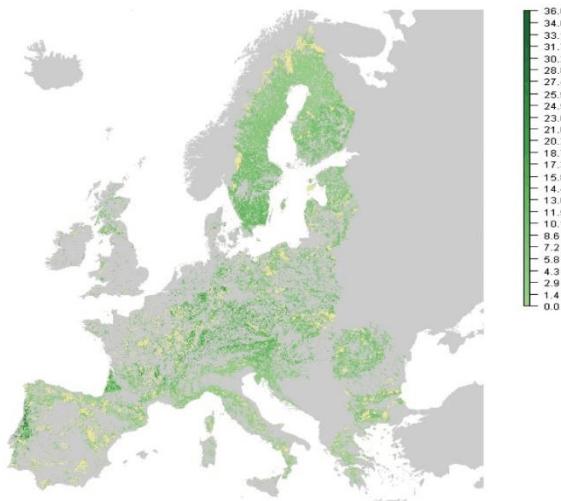
Figura 22.
Capacidad de retención del suelo en Europa



- Mapeo de un SE de provisión: cosecha de madera

Otro proyecto europeo mapeó el potencial de cosecha de madera ($m^3/\text{ha/año}$) proyectado al año 2050 con el modelo EFISCEN (European Forest Information SCENARIO). En la figura 23 se muestra las áreas verdes donde existe potencial de cosecha, el amarillo indica que no hay cosecha y el gris indica las zonas no forestales.

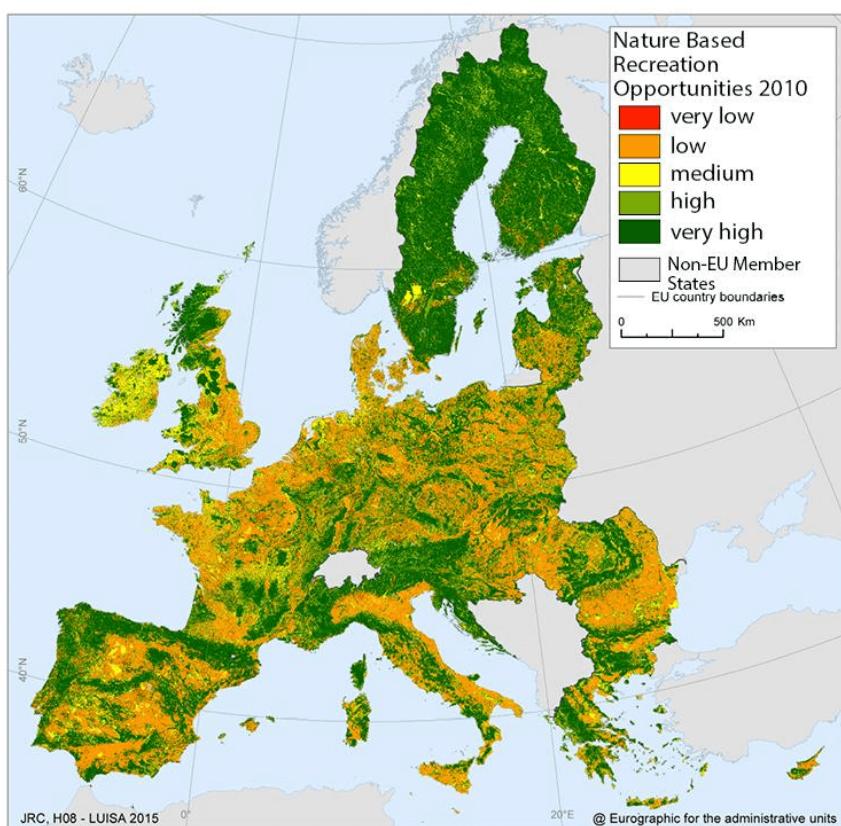
Figura 23.
Potencial de cosecha de madera en $m^3/\text{ha/año}$



- Mapeo de un SE cultural:

El Potencial de Recreación (figura 24) representa un indicador compuesto adimensional que estima la capacidad potencial de un grupo de paisajes y sus características para ofrecer oportunidades de recreación local al aire libre. La provisión varía según cuatro componentes principales: 1) la idoneidad de los terrenos para apoyar las actividades recreativas; 2) la infraestructura verde-azulada en las zonas urbanas; 3) la presencia y la tipología de las zonas naturales protegidas y las características naturales; 4) la presencia y la calidad de las masas de agua y las zonas costeras (interiores y marinas).

Figura 24.
Potencial de recreación en Europa



Burkhard y Maes (2017), concluyen que el mapeo de servicios ecosistémicos se basa en la geografía, la ecología del paisaje y otras disciplinas relacionadas, y se beneficia de la base de conocimientos disponible y de la importancia cada vez mayor de los datos espaciales de acceso abierto, las plataformas de SIG y la visualización de datos multidimensionales. El potencial de la cartografía de los SE para reunir diferentes disciplinas científicas en un marco y al mismo tiempo llegar a otras disciplinas científicas como la economía y las ciencias sociales, es uno de los aspectos más atractivos, pero también desafiantes del concepto de SE. Muchos problemas tienen una naturaleza espacial.

El mapeo de SE ofrece un marco para combinar los datos espaciales y el conocimiento transdisciplinario de diferentes fuentes. Cada vez más datos ecológicos cuantificados sobre especies, biodiversidad y procesos de los ecosistemas se combinan con el conocimiento experto a través del mapeo participativo. El mapeo de SE abarca a interesados de diferentes orígenes y recoge los valores basados en los expertos y los ciudadanos.

También es importante acotar que el mapeo de SE es una de las maneras más efectivas de evidenciar la importancia de la conservación de los ecosistemas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Observe el siguiente video preparado por el Instituto Nacional de Biodiversidad acerca de los [tipos de servicios ecosistémicos](#) para que tenga una mejor comprensión sobre este tema. Es importante que tenga en cuenta que hay múltiples servicios ecosistémicos y, por lo tanto, la forma de estudiarlos también es muy diversa.

- Revise la conferencia, [evaluación y mapeo de los servicios ecosistémicos: retos para la gestión territorial en América Latina](#) y redacte un resumen con las tres ideas principales de la conferencia. Con este ejercicio tendrá una perspectiva de la aplicación que tiene el mapeo de servicios ecosistémicos, no solamente para la conservación sino también para el desarrollo económico y social de la región.
- Revise el estudio de [Morales \(2019\)](#), e identifique la unidad espacial de análisis, el servicio ecosistémico evaluado y la metodología de mapeo. Realice una búsqueda en la web sobre otros ejemplos de mapeo de SE y compare con el estudio de Morales ¿En qué coinciden y en qué se diferencian los distintos estudios que revisó?

¡Ha concluido la introducción teórica a los servicios ecosistémicos!



Semana 10

Estimado/as estudiantes, realizaremos algunos ejercicios prácticos de mapeo de SE con ayuda del software InVEST ¡Comencemos!

Para realizar los ejercicios, descarguen el software INVEST en el enlace <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>. También descarguen el tutorial en español y los datos de muestra (figura 25).

Figura 25.

Descarga de software InVEST, guía de usuario y datos de muestra

The screenshot shows the 'Integrated valuation of ecosystem services and tradeoffs' section of the InVEST download page. It includes links for 'Download InVEST 3.9.0 (Windows)', 'Download InVEST 3.9.0 (Mac)', 'InVEST User's Guide (online)', 'Older and Development Versions of InVEST', 'Individual Sample Datasets for InVEST', '生态系统服务评估与权衡 (InVEST) 模型 (3.2.0 版本) 使用手册' (in Chinese), and 'InVEST User's Guide (Español)'.

What is InVEST?

InVEST is a suite of free, open-source software models used to map and value the goods and services from nature that sustain and fulfill human life. If properly managed, ecosystems yield a flow of services that are vital to humanity, including the production of goods (e.g., food), life-support processes (e.g., water purification), and life-fulfilling conditions (e.g., beauty, opportunities for recreation), and the conservation of options (e.g., genetic diversity for future use). Despite its importance, this natural capital is poorly understood, scarcely monitored, and, in many cases, undergoing rapid degradation and depletion.

Governments, non-profits, international lending institutions, and corporations all manage natural resources for multiple uses and inevitably must evaluate tradeoffs among them. The multi-service, modular design of InVEST provides an effective tool for balancing the environmental and economic goals of these diverse entities.

InVEST enables decision makers to assess quantified tradeoffs associated with alternative management choices and to identify areas where investment in natural capital can enhance human development and conservation. The toolset includes distinct ecosystem service models designed for terrestrial, freshwater, marine, and coastal ecosystems, as well as a number of "helper tools" to assist with locating and processing input data and with understanding and visualizing outputs.

How it works

InVEST models are spatially-explicit, using maps as information sources and producing maps as outputs. InVEST returns results in either biophysical terms (e.g., tons of carbon sequestered) or economic terms (e.g., net present value of that sequestered carbon).

InVEST es un conjunto de modelos de software libre y de código abierto que se utiliza para mapear y valorar los bienes y servicios de la naturaleza que sostienen y satisfacen la vida humana. Los modelos de InVEST son espacialmente explícitos, utilizando los mapas como fuentes de información y produciendo mapas como productos. InVEST devuelve resultados en términos biofísicos (por ejemplo, toneladas de carbono secuestradas) o económicos (por ejemplo, el valor actual neto de ese carbono secuestrado). La resolución espacial de los análisis también es flexible, permitiendo a los usuarios abordar las cuestiones a escala local, regional o mundial.

Revise el capítulo 2 del Manual de Invest, con los primeros pasos sobre Instalación de InVEST y datos de muestra en su computadora. Ahora que contamos con el software, el tutorial y los datos de muestra comenzemos con el primer ejercicio. Es importante aclarar que InVEST permite evaluar gran variedad de servicios ecosistémicos, pero por la amplitud del tema, en esta asignatura revisaremos solamente dos ejemplos.

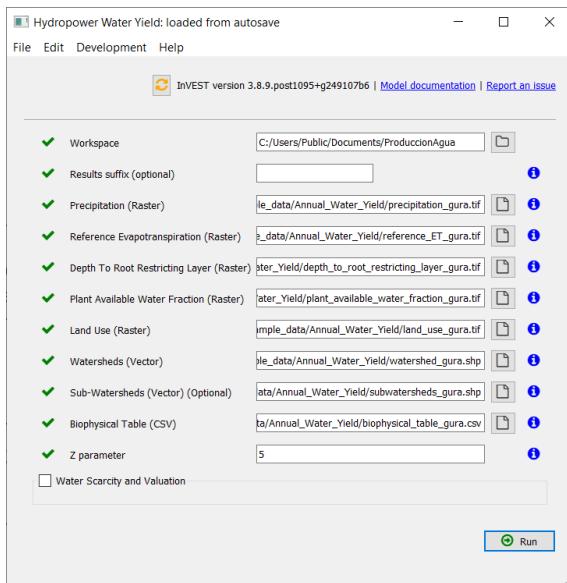
3.2. Ejercicio práctico 1: Producción Anual de Agua (Annual Water Yield)

En este ejercicio utilizaremos InVEST para estimar la producción de agua en una región. Este modelo se enfoca específicamente en el servicio ecosistémico de suministro de agua para la producción de energía hidroeléctrica, que es la forma de energía renovable más utilizada en el mundo. El modelo InVEST Water Yield (Producción de agua) permite explorar y estimar los patrones de contribución de agua de un paisaje. Tiene las ventajas de requerir pocos datos de entrada y ofrecer información sobre cómo los cambios de uso del suelo pueden afectar a la producción anual del agua superficial y la generación de energía hidroeléctrica.

Para realizar este ejercicio, revise el capítulo 5 del manual de InVEST. Una vez que ha revisado los datos de entrada que requiere el modelo, configure la herramienta de la siguiente manera (figura 26) y haga clic en Run.

Figura 26.

Configuración del módulo Hydropower Water Yield, con los datos de muestra de la carpeta Annual Water Yield



Una vez que el modelo termina de ejecutarse, los resultados se guardarán en la carpeta que creó en Workspace (figura 27).

Figura 27.

Revisión de carpeta de resultados

Name	Date modified	Type
per_pixel	19/12/2020 12:01	File folder
subwatershed_results_wyield	19/12/2020 12:01	Microsoft Excel Co...
subwatershed_results_wyield.dbf	19/12/2020 12:01	DBF File
subwatershed_results_wyield.prj	19/12/2020 12:01	PRJ File
subwatershed_results_wyield.shp	19/12/2020 12:01	SHP File
subwatershed_results_wyield.shx	19/12/2020 12:01	SHX File
watershed_results_wyield	19/12/2020 12:01	Microsoft Excel Co...
watershed_results_wyield.dbf	19/12/2020 12:01	DBF File
watershed_results_wyield.prj	19/12/2020 12:01	PRJ File
watershed_results_wyield.shp	19/12/2020 12:01	SHP File
watershed_results_wyield.shx	19/12/2020 12:01	SHX File

En la subcarpeta output puede ubicar las tablas con resultados por subcuenca

- **subwatershed_results_wyield.shp y watershed_results_wyield.csv:** Shapefile y tabla que contienen valores de salida biofísicos por subcuenca hidrográfica, con los siguientes atributos:
 - *precip_mn (mm)*: Precipitación media por píxel en la subcuenca.
 - *PET_mn (mm)*: Evapotranspiración potencial media por píxel en la subcuenca.
 - *AET_mn (mm)*: Evapotranspiración real media por píxel en la subcuenca.
 - *wyield_mn (mm)*: Producción media de agua por píxel en la subcuenca.
 - *wyield_vol (m3)*: Volumen de producción de agua en la subcuenca.

- **watershed_results_wyield.shp y watershed_results_wyield.csv:** Shapefile y tabla que contienen los valores de salida por cuenca hidrográfica, con los siguientes atributos:
 - *precip_mn (mm)*: Precipitación media por píxel en la cuenca.
 - *PET_mn (mm)*: Evapotranspiración potencial media por píxel en la cuenca.
 - *AET_mn (mm)*: Evapotranspiración real media por píxel en la cuenca.
 - *wyield_mn (mm)*: Producción media de agua por píxel en la cuenca.
 - *wyield_vol (m3)*: Volumen de producción de agua en la cuenca.

Las salidas en la carpeta *per_pixel* pueden ser útiles para cálculos intermedios, pero **NO** deben interpretarse a nivel de píxeles, ya que las suposiciones del modelo se basan en procesos entendidos en la escala de la subcuenca.

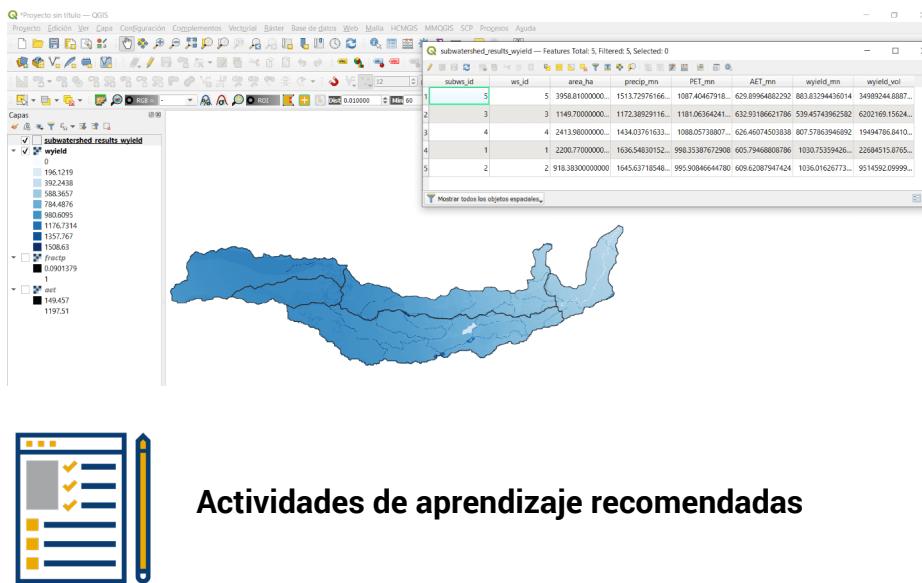
- **fractp.tif (fracción):** Fracción de la evapotranspiración estimada real de la precipitación por píxel (Evapotranspiración real/Precipitación). Es la fracción media de precipitación que realmente se evapora a nivel de píxeles.
- **aet.tif (mm):** Estimación de la evapotranspiración real por píxel.
- **wyield.tif (mm):** Estimación de la producción de agua por píxel.

Para analizar con mayor detalle los resultados del modelo, puede visualizarlos en QGIS, asignando una simbología adecuada. Por ejemplo, en la figura 28, se observa la capa *wyield.tif* en una paleta de azules, donde el azul más oscuro corresponde a las zonas de

mayor producción de agua y el azul más claro a las zonas de menor producción.

Figura 28.

Visualización de resultados en QGIS



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Revise detalladamente el capítulo 5 del manual de InVEST. Realice un resumen con las ventajas y limitaciones del modelo. Con esta actividad usted comprenderá en qué casos es más adecuado evaluar el servicio ecosistémico de producción de agua utilizando el método InVEST.
- Visualice los resultados del modelo en QGIS, ¿cuál es la subcuenca con mayor producción estimada de agua? Cargue la capa land_use_gura que está en la carpeta Annual Water Yield y observe qué tipo de uso de suelo se asocia a una mayor producción de agua. Es importante hacer este tipo de observaciones, por lo general una mayor producción de agua va a estar asociada a coberturas naturales como el bosque, lo cual enfatiza aún más la necesidad de conservar este tipo de ecosistemas.



Semana 11

Estimado estudiante, esta semana continuaremos con otro ejercicio práctico de mapeo de SE con ayuda del software InVEST ¡Comencemos!

3.3. Ejercicio práctico 2: Visitación: Recreación y Turismo (Visitation: Recreation and Tourism)

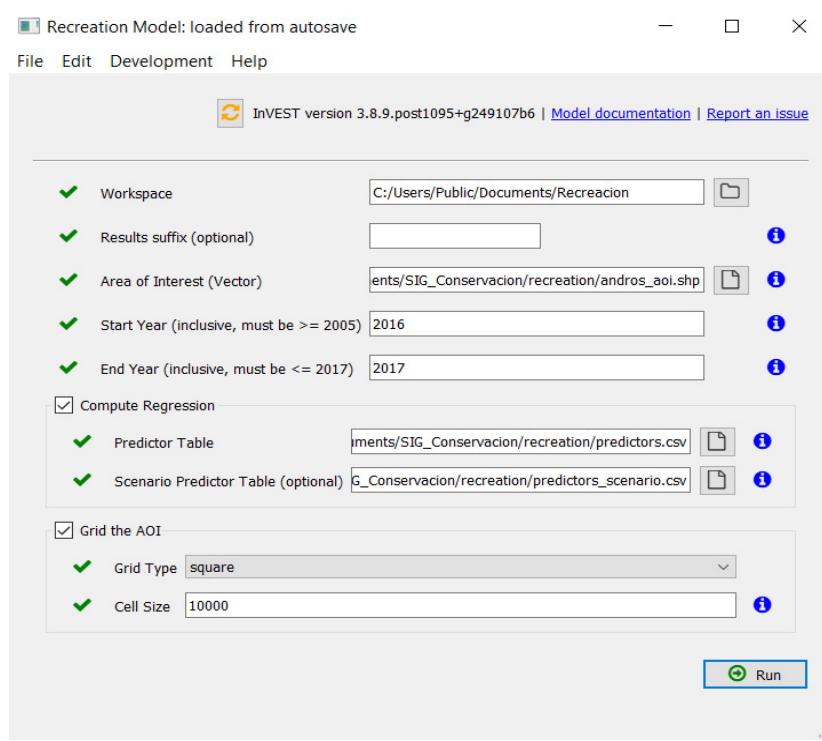
En este ejercicio vamos a analizar el módulo InVEST para el servicio ecosistémico de recreación y turismo. Estas actividades son componentes importantes de muchas economías nacionales y locales. El model InVEST de recreación cuantifica el valor de los entornos naturales, en función de la accesibilidad, ubicación de hábitats naturales, existencia de carreteras y otras características que influyen en las decisiones de las personas sobre dónde recrearse.

Como datos de entrada este modelo computa el número de fotografías georreferenciadas por usuario y por día cargadas en la plataforma Flickr. Este número funciona como indicador del número de visitas, y para calcularlo se debe tener conexión a internet. También se debe proveer información sobre predictores de las visitas (atractivos naturales, hoteles, aeropuertos, etc.).

Para realizar este ejercicio, revise el capítulo 9 del manual de InVEST. Una vez que ha revisado los datos de entrada que requiere el modelo, configure la herramienta de la siguiente manera (figura 29) y haga clic en Run.

Figura 29.

Configuración del modelo de Recreación en InVEST, con los datos de muestra de la carpeta recreation.



Una vez que el modelo termina de ejecutarse, los resultados se guardarán en la carpeta que creó en Workspace. Los dos resultados principales son los siguientes:

- pud_results.shp: la columna más interesante de esta capa es PUD_YR_AVG es el promedio de días de fotografías- usuario por año (recfotos).
- monthly_table.csv: Esta tabla contiene el total de foto-usuario-días contados en cada celda para cada mes del intervalo de fechas elegido.

También es interesante revisar los coeficientes de regresión de las variables predictoras de visitas, para comprender su influencia en el nivel de visitas. Al igual que en el ejercicio anterior, se recomienda visualizar los resultados en QGIS, asignando una simbología adecuada para comprender el patrón de uso recreativo de la zona.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Revise detalladamente el capítulo 9 del manual de InVEST. Realice un resumen con las ventajas y limitaciones del modelo. Con esta actividad usted comprenderá en qué casos es más adecuado evaluar el servicio ecosistémico de turismo y recreación utilizando el método InVEST.
- Visualice los resultados del modelo en QGIS, ¿cómo se interpreta cada capa de resultado para determinar los sitios con mayor potencial de recreación? Es muy importante que tenga claro cómo se interpretan los resultados para identificar correctamente los sitios con mayor potencial.
- InVEST permite analizar más servicios ecosistémicos. Realice un ejercicio de un SE que sea de su interés, analice el requerimiento de datos del modelo y los resultados que se pueden obtener.
- Lo invito a resolver la autoevaluación 3, para comprobar el aprendizaje alcanzado sobre la Unidad 3.



Autoevaluación 3

Indique si el enunciado es verdadero o falso

1. () Los servicios ecosistémicos son el espacio geográfico que contiene los recursos necesarios para la supervivencia de una especie.
2. () La unidad espacial de cuencas hidrográficas se delimita en función de los recursos biofísicos.
3. () Cuando se evalúa la estructura de los ecosistemas, se utiliza un enfoque de mapeo en las propiedades de los ecosistemas.
4. () El potencial de recreación es un servicio ecosistémico cultural.
5. () El mapeo de SE favorece el uso de técnicas participativas que incluyan los juicios de expertos y ciudadanos.

Seleccione la opción correcta

6. InVEST se caracteriza por:
 - a. Modelos muy complejos con alto requerimiento de información.
 - b. Modelos muy generales con requerimiento básico de información.
 - c. Modelos probabilísticos y estadísticos muy sencillos de entender.

7. El modelo de InVEST para Producción Anual de Agua, estima el potencial de producción de agua para:
- Energía hidroeléctrica.
 - Agua potable.
 - Uso recreativo.
8. El modelo InVEST de Recreación y Turismo, calcula el valor de recreación:
- Modelando las características naturales del entorno que pueden resultar atractivas para el turismo.
 - Haciendo una regresión entre variables predictoras y la capacidad socioeconómica de los potenciales turistas.
 - Contrastando la tasa de visitas con variables predictivas que influyen en la decisión de los turistas de dónde recrearse.
9. La herramienta de modelación de servicios ecosistémicos que se basa en inteligencia artificial es:
- InVEST.
 - ECOSER.
 - ARIES.
10. Las áreas productoras de servicios y las áreas beneficiarias del servicio:
- Siempre coinciden en el mismo espacio geográfico, es decir están dentro de los mismos límites espaciales.
 - Presentan “divergencia espacial”, es decir pueden ocupar el mismo espacio, ser adyacentes o estar en un radio de influencia.
 - Nunca coinciden geográficamente, es decir los servicios ecosistémicos sólo generan beneficios fuera de la zona de producción.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

[Ir al solucionario](#)



Semana 12

Estimado/as estudiantes, esta semana iniciaremos la revisión de la Unidad 4 acerca de corredores y áreas prioritarias de conservación ¡Comencemos!



Unidad 4. Corredores y áreas prioritarias de conservación

4.1. Corredores ecológicos: principios teóricos

Para complementar el estudio de este apartado debe leer las páginas 10-29 del texto [Conectividad ecológica y áreas protegidas: Herramientas y casos prácticos](#). En estas páginas usted encontrará bases teóricas, metodológicas y ejemplos de aplicación acerca de la conectividad ecológica y áreas protegidas.

¿Qué son los corredores ecológicos?

Según Matellanes et al. (s.f.), los corredores ecológicos son zonas que permiten la libre movilidad de las especies, garantizando sus posibilidades de refugio, alimentación o reproducción. El desarrollo de la conectividad a través de corredores ecológicos resulta fundamental para la biodiversidad y también para asegurar el

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

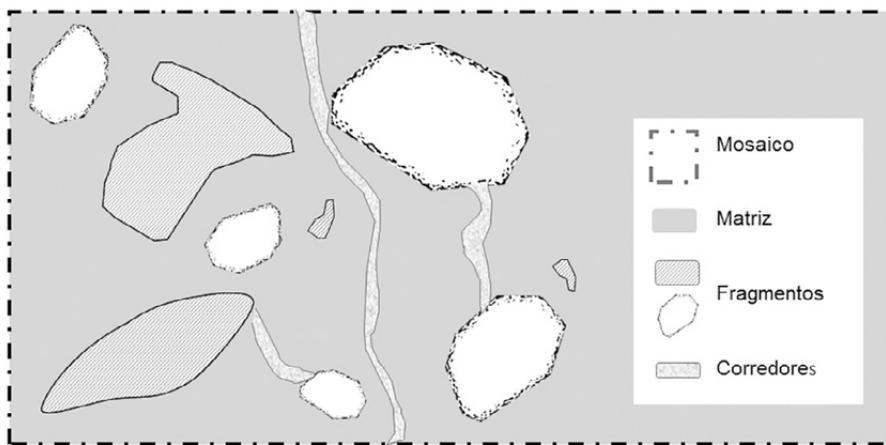
Referencias bibliográficas

intercambio genético y energético a través de una mayor extensión geográfica (Quiroga y Soria, 2014).

Armentera y Vargas (2016), mencionan que uno de los modelos más aplicados en ecología del paisaje es el de parche-corredor-matriz. En este modelo se identifican tres tipos de elementos que componen un paisaje (figura 30): (i) los parches son áreas no lineares relativamente homogénea que difieren de sus alrededores, (ii) los corredores son elementos lineales que difieren del terreno adyacente en ambos lados, y (iii) la matriz sería el elemento dominante y conectado en un paisaje y/o con mayor control sobre la dinámica del paisaje.

Figura 30.

Elementos del paisaje en el marco de un modelo mosaico-matriz-parche-corredor. Fuente: Armenteras y Vargas (2016)



Podemos observar entonces, que los corredores cumplen un papel fundamental en el paisaje, permitiendo la conexión de los parches de vegetación remanente. Los Sistemas de Información Geográfica son un entorno adecuado para diseñar un corredor ecológico, ya que ayudan a realizar análisis como áreas mínimas viables, aptitud de hábitats y distancias, los cuales son esenciales para obtener franjas

territoriales que conecten áreas naturales. Para el diseño de un corredor requiere de la siguiente información (Matellanes et al., s.f.):

- Espacios naturales a conectar: las zonas que deseamos conectar bajo un corredor ecológico. Estas zonas pueden ser mapas de distribución potencial de una o varias especies, áreas naturales protegidas o zonas de campeo conocidas previamente.
- Variables naturales: aspectos territoriales que influyen en la supervivencia de las especies: altitud, clima, vegetación, usos del suelo, etc.
- Rangos de aptitud: para cada variable será necesario contar con los intervalos de valores más adecuados para la especie. Esto permitirá definir intervalos ambientales bajo los cuales la especie presentará mayor afinidad o aversión al territorio. Por ejemplo, un intervalo de altitud puede ser poco apto para una especie X, mientras que un intervalo de 500 a 100 metros puede ser un intervalo muy probable para la distribución de la misma especie.

Beier et al. (2007), sugieren que para el diseño de un corredor se debe seguir el siguiente proceso:

- Usar el inverso del mapa de idoneidad de hábitat como mapa de resistencia (costo de viaje a través de un píxel). La resistencia disminuye con la cantidad de comida y agua, y cubrir un individuo podría encontrar en el píxel, o la probabilidad de reproducción. No se relaciona exclusivamente con la velocidad de viaje a través del píxel.

- Seleccionar terminales dentro de cada parche como puntos de inicio y fin para el diseño del corredor.
- Calcular el mapa costo-distancia para cada píxel y clasificar este mapa para obtener las zonas más adecuadas para el corredor. El costo distancia de cada píxel es la resistencia acumulativa más baja posible. Un mapa costo distancia permite seleccionar un corredor lo suficientemente amplio para facilitar el movimiento, pero lo suficientemente estrecho para minimizar los costos monetarios de la conservación.

Con esta información podemos elaborar un modelo espacial que permita calcular el corredor, o bien podemos utilizar herramientas específicas, como las que se indican en la tabla 6:

Tabla 6.

Principales herramientas para el diseño de corredores ecológicos.

Herramienta	Plataforma	Usos	Página web
Linkage Mapper	ArcGIS	Calcular corredores entre áreas núcleo Identificar puntos de contacto Detectar barreras Mapear corredores a lo largo de gradientes climáticos Analizar las redes de enlace Cuantificar de la prioridad relativa de conservación de los vínculos.	https://circuitscape.org/linkagemapper/
Corridor Design	Independiente	Usuarios inexpertos que necesitan una guía paso a paso en la planificación de la conectividad. Uso de CorridorDesigner, una caja de herramientas básica de ArcToolbox para crear modelos de corredores.	https://conservationcorridor.org/corridor-toolbox/programs-and-tools/corridor-design/

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Herramienta	Plataforma	Usos	Página web
CONEFOR	Independiente	Medición de la disponibilidad de hábitat (accesibilidad) a escala de paisaje. Convertir las distancias entre parches en índices de conectividad. Análisis detallado para especies objetivo específicas. Evaluación de la conectividad funcional.	http://www.conefor.org/
Connectivity Analysis Toolkit	Independiente	Clasificar la importancia de los sitios en el paisaje como "guardianes" para el movimiento. Vínculos cartográficos entre los parches de origen y de destino.	http://www.klamathconservation.org/science_blog/software/
FRAGSTATS	Independiente	Computar las métricas generales del paisaje Flexibilidad en la definición y escalado de los paisajes.	http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

Fuente: [Conservation Corridor](#) (2020).

Casos de estudio

Los corredores biológicos empezaron a tener relevancia para la conservación de la naturaleza con la observación de la disminución del número de especies en zonas aisladas. A continuación, se mencionará algunos ejemplos.

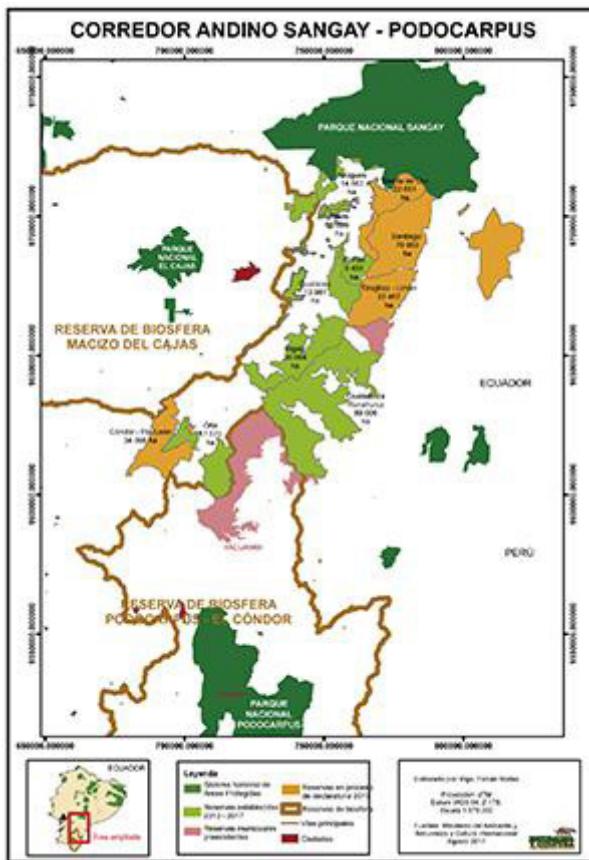
El Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es una iniciativa de siete países de Centroamérica y México. Abarca zonas con especies de flora y fauna endémicos o en peligro de extinción, ecosistemas naturales únicos, paisajes de atractivo público o, productoras de bienes y servicios de uso social, como el agua y áreas protegidas (Godoy, 2003).

Otra iniciativa muy interesante es el Corredor Andino Sangay-Podocarpus (figura 31). Este corredor se distribuye entre las provincias de Azuay, Cañar, Morona Santiago, Loja y Zamora

Chinchipe, alberga el 40% de aves del país y, a más de centenares de especies de flora y fauna, algunas de ellas endémicas. Además, es la fuente de agua para consumo humano de más de 336 mil personas que se ubican en este territorio y la fuente de varios proyectos Hidroeléctricas. Para la delimitación de este Corredor se consideró: áreas para la conectividad, áreas de bosque y vegetación protectora, áreas de conservación y uso sustentable, predios del programa Socio Bosque, cobertura vegetal, uso de suelo, distribución de especies y topografía (MAAE, 2018).

Figura 31.

Corredor Sangay Podocarpus. Fuente: CCSP (2020)



Espero que, con esta breve introducción a los corredores de conectividad, hayan podido comprender los objetivos y alcances de esta estrategia de conservación.

¡Lo invito a realizar las actividades recomendadas!



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Revise el vídeo [Metodologías para el análisis de la conectividad](#) para conocer más sobre la conectividad ecológica y las herramientas que se utilizan para su análisis.
- Explore el sitio web <http://biocorredores.org/>. Este es un sitio de la GIZ donde puede encontrar herramientas de referencia útiles como la [Guía de diseño de corredores de Costa Rica](#) o [Herramientas para medir la efectividad de la gestión de corredores](#). Estos recursos le ayudarán a visualizar la importancia de los corredores de conectividad ecológica
- Explore el sitio web del [corredor Sangay Podocarpus](#). En este sitio encontrará, entre otras cosas, varios enlaces a grabaciones de webinars donde se exponen varios temas relacionados al corredor.
- Realice una búsqueda en la web acerca del uso de los términos corredores biológicos o corredores ecológicos ¿Tienen alguna diferencia o son sinónimos?



Semana 13

Estimado estudiante, durante esta semana realizaremos un ejercicio práctico acerca del cálculo de corredores de conectividad, utilizando el Connectivity Analysis Toolkit.

4.2. Ejercicio práctico sobre diseño de corredores

Estimado estudiante, para iniciar esta práctica vamos a realizar la descarga del programa Connectivity Analysis Toolkit desde el siguiente enlace: http://www.klamathconservation.org/science_blog/software/.

Connectivity Analysis Toolkit (CAT) combina varios métodos nuevos de análisis de conectividad y de cartografía de enlaces en una interfaz de usuario accesible. El software CAT facilita especialmente el cálculo de la métrica de “centralidad”. La métrica de centralidad evalúa los caminos entre todas las posibles combinaciones de pares de sitios en un paisaje para clasificar la contribución de cada sitio a la facilitación de los flujos ecológicos a través de la red de sitios.

Los avances en la computación permiten ahora la aplicación de la métrica de centralidad a los paisajes representados como gradientes continuos de calidad de hábitat. Esto evita la clasificación binaria de los paisajes en parches y matrices que requieren los análisis de conectividad basados en parches. También permite evitar el enfoque de delinear caminos entre pares individuales de áreas centrales característico de la mayoría de los métodos de análisis de conectividad de corredores o enlaces (http://www.klamathconservation.org/science_blog/software/).

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

El archivo que debe descargar para la instalación es el que se resalta en amarillo en la figura 32. Como se indica en las instrucciones puede descargar directamente el archivo ejecutable o en formato zip.

Figura 32.

Descarga de archivos de instalación del software CAT

This software is freely available. You may submit your name and email below (optional) if you want to be notified of the release of future versions of the software.

NOTE: The CAT's function for generating hexagon (.hxn) files from ASCII files seems to no longer be working properly on some Windows systems. The workaround is download the most recent version of Hexsim from www.hexsim.net and use that software to generate .hxn files, which can then be used as input into the CAT graph generation functions.

If you plan to install the Toolkit on a 64-bit Microsoft Windows operating system, download this version:

[Setup_64.exe](#)

If you prefer to download a zipfile rather than a self-executable installer, the CAT is also available in this format.

CAT zipfile for 64-bit Windows:

[CAT64.zip](#)

For users of the Toolkit on 32-bit Microsoft Windows operating systems: I have stopped updating 32-bit binaries due to low demand, but you can download CAT version 1.3.1 for 32-bit systems:

[Setup32.exe](#)

and as a zipfile:

[CAT32.zip](#)

En cualquier caso, en la carpeta de instalación del programa se creará una subcarpeta con los datos para los ejercicios como se indica a continuación (figura 33)

Figura 33.

Ruta para visualizar los datos para ejercicios

Program Files (x86) > Connectivity Analysis Toolkit > tutorial		
	Name	Date modified
	Exercise_1	19/12/2020 14:31
	Exercise_2	19/12/2020 14:31
	Exercise_3	19/12/2020 14:31
	Exercise_4	19/12/2020 14:31

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

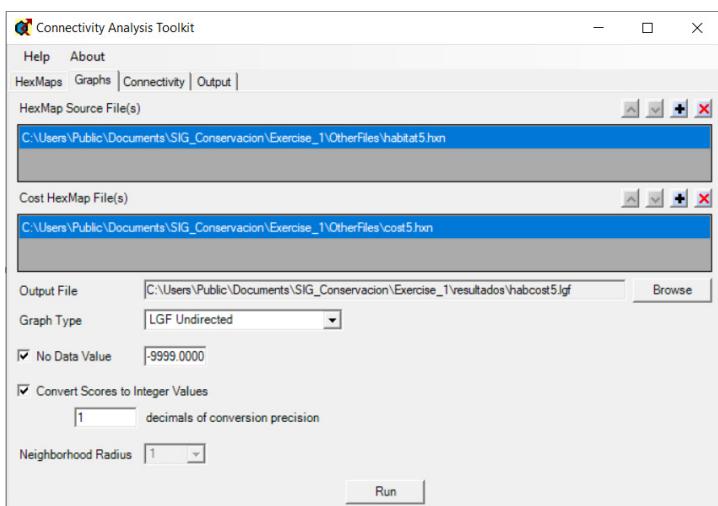
Solucionario

Referencias bibliográficas

Va a trabajar con los datos de la carpeta Exercise_1. Estos datos corresponden al análisis de conectividad de hábitat de lobos entre el parque nacional Yellowstone y Idaho central. En primer lugar, ubíquese en la pestaña Graph. En la línea que dice HexMap Source File, haga clic en el botón + para añadir el archivo habitat5.hxn que se encuentra en la ruta Exercise_1\OtherFiles. En la línea Cost HexMap File, haga clic en el botón + y añada el archivo cost5.hxn que se encuentra en la ruta Exercise_1\OtherFiles. En Output File, guarde un archivo con nombre habcost5. Configure las demás opciones como se indica en la figura 34.

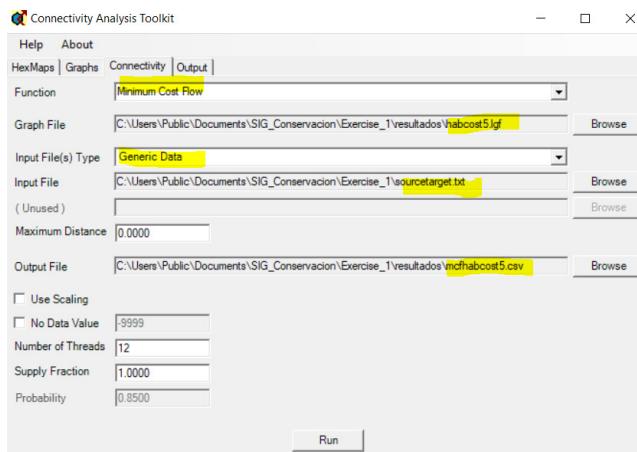
Figura 34.

Ingreso de archivos de hábitat y costo



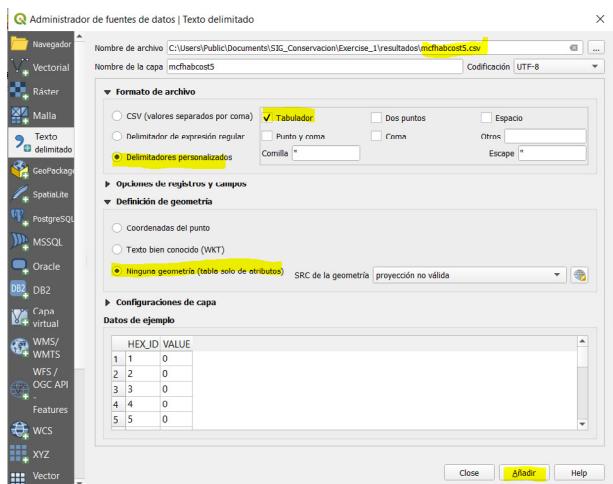
Ahora vaya a la pestaña Connectivity y en Graph File ingrese el archivo habcost 5 creado en el paso anterior. En input file, el archivo sourcetarget.txt que está en Exercise_1. En output file, asegúrese de escribir mcfhabcost.csv (es decir especificar la extensión del archivo). Configure las demás opciones como se indica en la figura 35.

Figura 35.
Configuración de la pestaña Connectivity



Muy bien! Ahora va a visualizar los archivos generados con el software CAT en QGIS. Las capas que vamos a añadir son habitat5.shp y mfchabcost5.csv. La primera capa es un shapefile, por lo tanto, se añade simplemente con arrastrar al lienzo del mapa de QGIS. La segunda capa es un archivo de texto delimitado. Para añadirla, vaya al menú Capa-> Añadir capa-> Añadir capa de texto delimitado. En la ventana que aparece configure de la siguiente manera (figura 36):

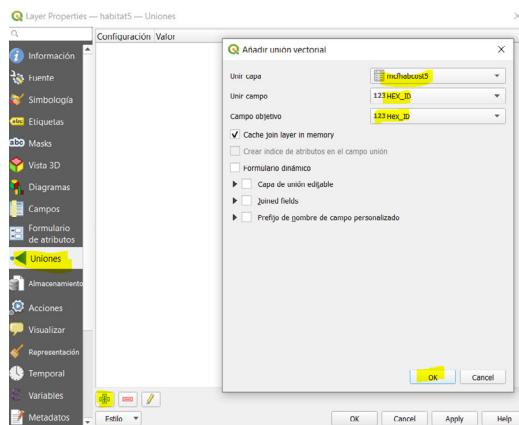
Figura 36.
Añadir capa tipo CSV en QGIS



Ahora, va a relacionar el shapefile con la tabla. Para esto, abra las propiedades de la capa habitat5 y ubíquese en la pestaña Uniones. Configure como se indica en la figura 37.

Figura 37.

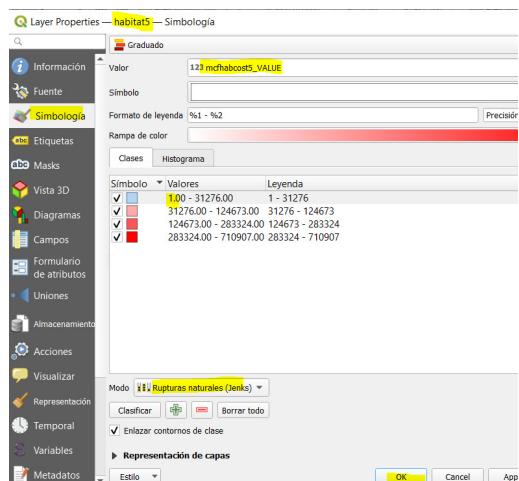
Relacionar tabla de conectividad con capa de hábitat



El valor que contiene la tabla mcfhabcost5, nos va a servir para representar el nivel de conectividad del territorio. En las propiedades de la capa habitat5, configure la simbología de la siguiente manera (figura 38):

Figura 38.

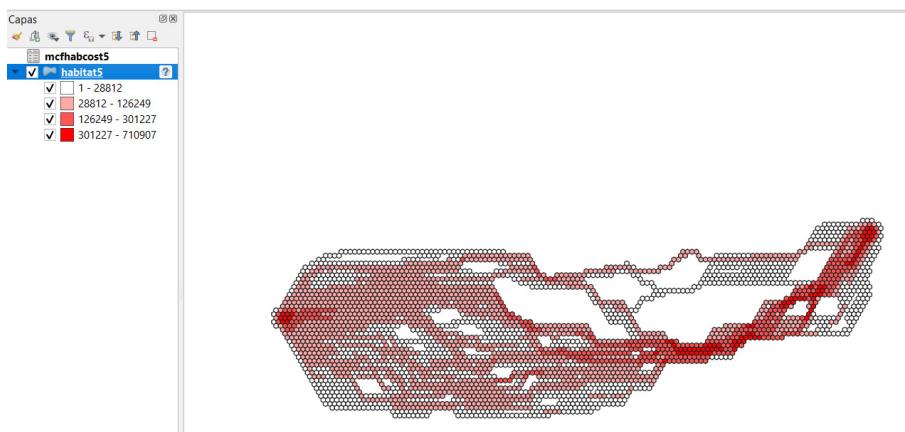
Configuración de simbología de la capa de hábitat



El resultado debería observarse similar a la siguiente figura (figura 39):

Figura 39.

Visualización en QGIS del modelo de conectividad



¡Listo! Ahora tiene su primer diseño de corredor de conectividad. Este es un ejemplo muy sencillo, debe tener en cuenta los datos de entrada, métodos de cálculo y la interpretación de resultados. Este ejemplo es sólo el comienzo, ¡siga adelante!



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Realice el mismo ejercicio aplicando diferentes funciones de distancia. Realice una búsqueda en la web acerca de las distintas funciones y sus ventajas y desventajas.
- Revise el [manual del software CAT](#) e intente realizar los demás ejercicios propuestos. Interprete los resultados obtenidos. Es importante que tenga en cuenta que esta documentación de apoyo, solamente está disponible en inglés, sin embargo, con apoyo de un traductor y de las capturas de pantalla del manual se puede orientar en cómo resolver cada uno de los ejercicios.

- Revise el ejemplo de [Creación de corredores en ArcGIS](#), examine las diferencias con los métodos ofrecidos por el método CAT.
- Instale los complementos FragScape y LECOS en QGIS. Ambos complementos permiten calcular métricas del paisaje como el número y tamaño de parches, información que es muy interesante para el diseño de corredores.



Semana 14

Estimado estudiante, en esta semana revisaremos algunas cuestiones sobre áreas prioritarias de conservación. Como habrá notado, todo lo que hemos estudiado en las semanas anteriores es útil para definir sitios prioritarios para la conservación. En este tema analizaremos cómo se puede integrar toda esta información para realizar propuestas de conservación.

4.3. Áreas prioritarias de conservación: principios teóricos

Para complementar la revisión de este apartado deben leer el texto "[Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales](#)". En este documento se analizan las principales técnicas cualitativas y cuantitativas que existen para seleccionar áreas prioritarias para la conservación.

¿Qué son las áreas prioritarias de conservación?

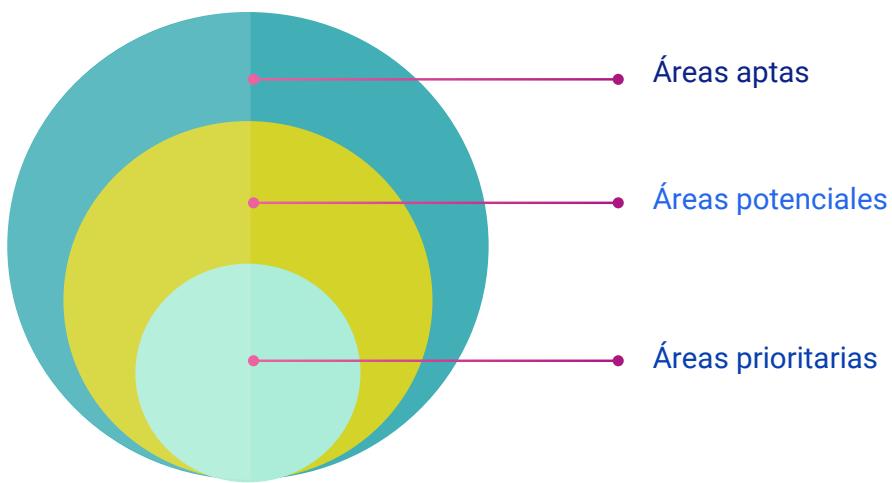
Chávez et al. (2014), indican que las áreas prioritarias de conservación se pueden definir como representaciones espaciales del territorio, donde confluyen atributos ambientales, biofísicos,

socioeconómicos, culturales o políticos específicos y óptimos para un objetivo dado; y cuya permanencia está en riesgo inminente por causas naturales, humanas o ambas.

Existen “áreas aptas”, que reúnen las características naturales necesarias para proveer un servicio ecosistémico o albergar biodiversidad. Las “áreas potenciales” son las que limitan la aptitud de las “áreas aptas”, al incluir, por ejemplo, variables socioeconómicas. Las “áreas prioritarias” serán aquellas “áreas potenciales” que están en riesgo de disminuir su calidad o perderse (figura 40).

Figura 40.

Relación entre área aptas, potenciales y prioritarias.



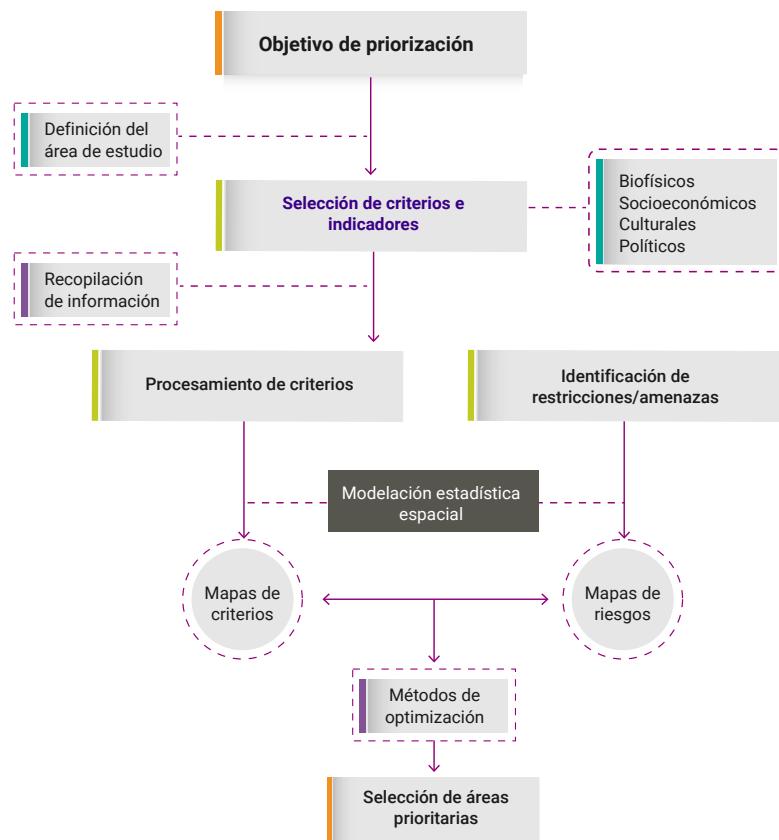
Fuente: Chávez et al. (2014)

La elección o definición de una metodología en particular para identificar áreas prioritarias puede resultar compleja porque dependerá del objetivo específico de priorización, de los criterios seleccionados e información disponible para su análisis, así como de la escala usada, lo que suele ser diferente para cada caso

de estudio. No obstante, existen elementos básicos que deben considerarse al momento de seleccionar áreas prioritarias para conservación. Chávez et al. (2014), proponen el siguiente proceso para la selección de áreas prioritarias (figura 41).

Figura 41.

Proceso metodológico para seleccionar áreas prioritarias de conservación



Una forma de clasificar los distintos métodos existentes es diferenciar entre métodos cualitativos y cuantitativos. Los cualitativos se basan en análisis simples y se definen, en gran

medida, por el juicio de expertos. Los métodos cuantitativos en cambio utilizan modelos espaciales estadísticos y de optimización para el procesamiento de sus criterios, aunque también integran en su proceso metodológico técnicas cualitativas como la realización de talleres locales y regionales, la aplicación de encuestas; y la consulta a expertos, entre otros. Revise el cuadro 1 del artículo de Chávez et al. (2014) para ejemplos de estos métodos.

A continuación, revise algunos casos de selección de áreas prioritarias para la conservación utilizando herramientas geográficas.

Casos de estudio

Smith (2015), utilizó el programa de planificación de la conservación Marxan, para identificar las áreas prioritarias para cumplir los objetivos de conservación en África Occidental. El análisis se diseñó para evitar las zonas de alta densidad de población humana, cuando fuera posible, y para identificar las áreas prioritarias que amplían las AP existentes o son lo suficientemente grandes para ser ecológicamente viables. El análisis de vacíos mostró que la red regional de áreas protegidas no conserva ninguna de las ecorregiones de bosque xérico montano del Sahara Oriental o del mosaico de la meseta de Mandara. Algunas especies amenazadas no se encuentran protegidas.

Morato et al. (2014), diseñaron áreas prioritarias para la conservación del jaguar. Para ello utilizaron un modelo de distribución de la especie calculado con MaxEnt y un modelo de corredor ecológico. Luego jerarquizaron las áreas prioritarias en función de su tamaño, conectividad y estado de la población del jaguar.

Como podemos ver con estos ejemplos, no existe un criterio único para definir áreas prioritarias para la conservación. Se pueden

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

abordar distintos enfoques, así que finalmente es importante definir muy bien el objetivo del análisis y en función de esto seleccionar las variables más relevantes y pertinentes.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Revise el artículo [Selección de áreas relevantes para la conservación de la biodiversidad](#) (de la Montaña et al. , 2006). Aquí podrá observar que para una misma zona se aplican cuatro metodologías diferentes de selección de áreas prioritarias. Analice las diferencias entre las metodologías y también las diferencias entre los resultados que arroja cada una.
- Como ha podido analizar, la identificación de áreas prioritarias para la conservación es sin duda una buena estrategia para determinar áreas protegidas. Revise el siguiente [documento](#) acerca de los criterios de diseño de un área protegida. Con la información revisada, conteste las preguntas que se plantean en el siguiente recurso educativo. Este ejercicio le servirá para conocer con más detalle la importancia de optimizar la selección de un área de conservación

[Diseño de áreas protegidas](#)



Semana 15

Estimado estudiante, durante esta semana realizaremos un ejercicio para seleccionar áreas prioritarias de conservación aplicando técnicas de evaluación multicriterio.

4.4. Ejercicio práctico sobre selección de áreas prioritarias de conservación

Estimado estudiante, para este ejercicio va a trabajar con la capa de datos denominada r7_datosCons. Esta base de datos corresponde a los ecosistemas de la región sur del Ecuador con la siguiente información:

- IntBio. Índice de 1 a 5, donde 1 representa menor riqueza de aves y 5 mayor riqueza de aves.
- IntPob. Índice de 1 a 5, donde 1 representa menor densidad poblacional y 5 mayor densidad poblacional. Esta información dará una referencia de la presión antrópica sobre el ecosistema.
- IntCob. Índice de 1 a 5, donde 1 representa las zonas con mayor densidad de dosel y 5 las zonas con menor densidad de dosel. Esto para priorizar las zonas que han perdido más vegetación natural.
- IntSNAP. Índice de 1 a 5, donde 1 representa las zonas mejor representadas dentro del SNAP y 5 las zonas menos representadas dentro del SNAP. De esta manera se prioriza los ecosistemas que no están bajo protección estatal.

Índice

Primer bimestre

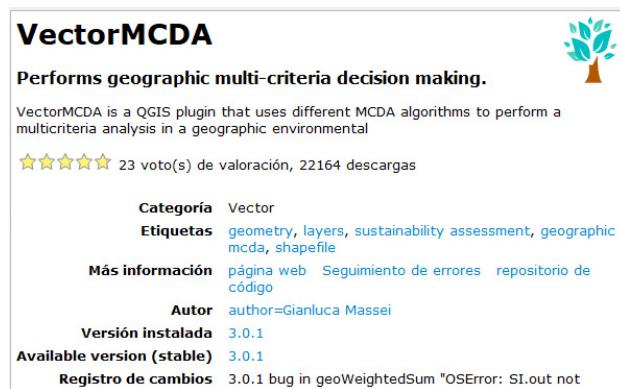
Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

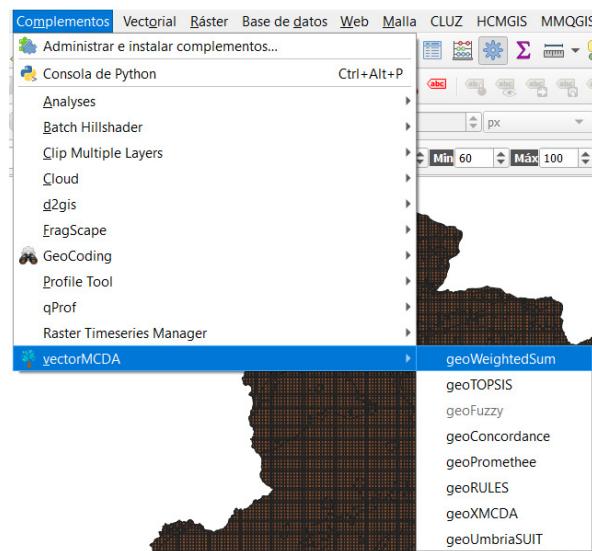
Ahora, va a instalar un complemento denominado Vector MCDA. En el menú Complementos -> Administrar e instalar complementos... busque e instale el complemento. En la siguiente figura se puede observar

Figura 42.
Complemento VectorMCDA



Para abrir el complemento, nos dirigimos al menú complementos (figura 43).

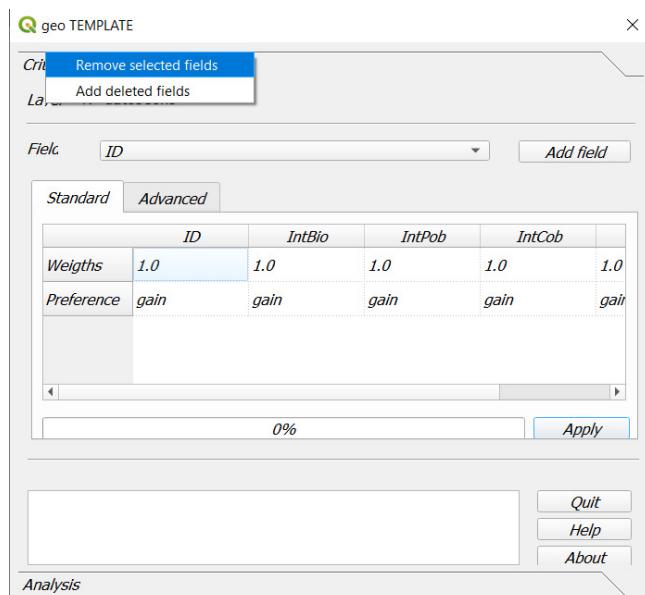
Figura 43.
Ubicación del complemento VectorMCDA



Como puede observar, existen varios métodos multicriterio. Va a trabajar con geoWeightedSum, el cual permite implementar el algoritmo de suma lineal ponderada. En primer lugar, vamos a asegurarnos de que consten solamente los criterios necesarios. Seleccione la columna ID y haga clic derecho, luego seleccione Remove selected fields (figura 44).

Figura 44.

Selección de los criterios para el análisis



A continuación, va a editar los pesos para cada criterio. Los pesos deben sumar 1. Esta asignación de pesos se puede hacer de forma directa o en la pestaña Advanced, calcular pesos mediante el método AHP. También se debe establecer si el criterio es Gain o Cost. En este caso dejamos todos en Gain porque a mayor valor del criterio también será mayor la prioridad. Finalmente hace clic en Apply (figura 45).

Índice

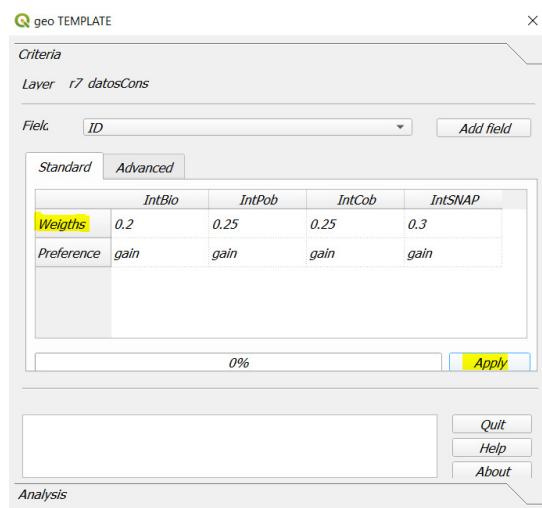
Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

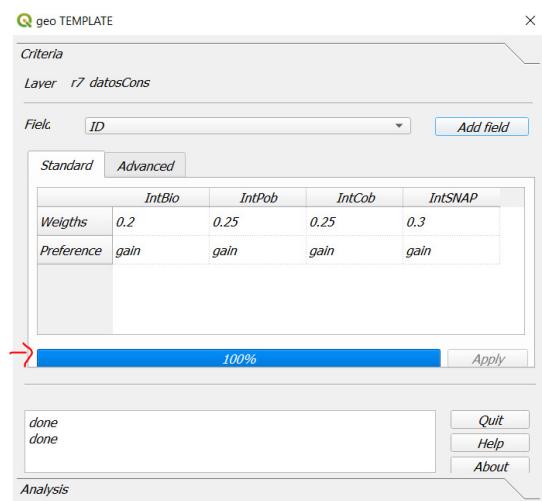
Referencias bibliográficas

Figura 45.
Configuración de los criterios para el análisis



Debe esperar unos minutos hasta que se complete el análisis, una vez que haya finalizado aparecerá como en la figura siguiente.

Figura 46.
Análisis multicriterio finalizado



Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

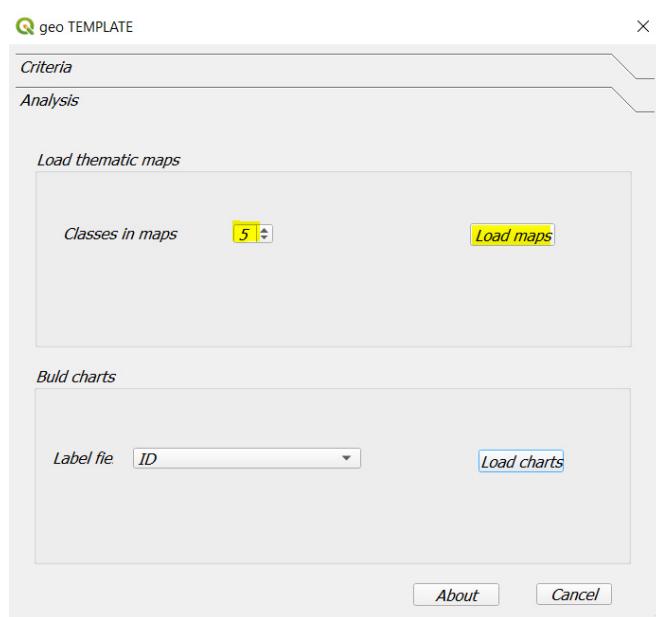
Solucionario

Referencias bibliográficas

Para terminar este ejercicio, va a visualizar el mapa resultante de la evaluación multicriterio. Haga clic en la pestaña Analysis, dejar 5 categorías y luego hacer clic en Load maps (figura 47).

Figura 47.

Cargar mapa de prioridades de conservación



El mapa resultante se observará como en la siguiente figura (figura 48).

Índice

Primer bimestre

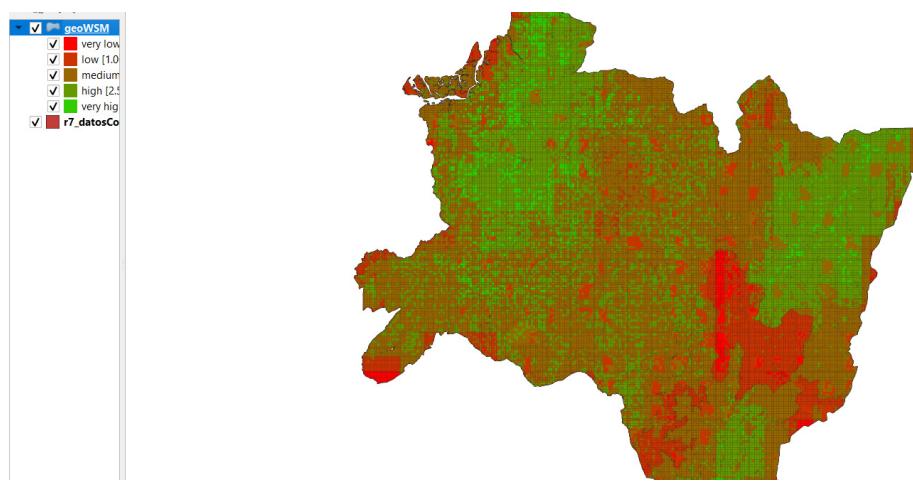
Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Figura 48.

Mapa de prioridades de conservación, los valores más altos (color verde) representan mayor prioridad.



Para comprender mejor este resultado, podemos apoyarnos en la siguiente tabla de interpretación.

Tabla 7.

Escala de prioridad de conservación. Fuente: Zhiñin y Aguirre (2018)

Nivel de prioridad	Definición	Explicación
1	Muy baja	Lugares que cuentan con suficientes recursos bióticos y abióticos para continuar su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional y no han sido alterados de manera significativa.
2	Baja	Lugares con un grado bajo de alteración que cuentan con una moderada dotación de recursos bióticos y abióticos y cuenta con la suficiente resiliencia para continuar su recuperación sin ayuda o subsidio adicional.
3	Moderada	Lugares que cuentan con limitados recursos bióticos y abióticos para continuar su desarrollo y necesitan en cierto grado una ayuda o subsidio adicional para recuperar su estructura, composición y función.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Nivel de prioridad	Definición	Explicación
4	Alta	Lugares que cuentan con limitados recursos bióticos y abióticos para continuar su desarrollo y necesitan ayuda para recuperar su estructura, composición y función.
5	Muy alta	Lugares que se han degradado, dañado y transformado totalmente y necesitan ayuda para recuperar su estructura, composición y función.



Actividades de aprendizaje recomendadas

- Revise el ejercicio [Planificación para la Conservación de la Biodiversidad](#). Ponga atención a los criterios de evaluación y a la metodología para agregarlos y finalmente obtener el mapa de áreas prioritarias. Reflexione en qué se diferencia este procedimiento del utilizado en el ejercicio de la guía.
- Revise el estudio [Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental de 1999](#) y el estudio [Análisis de vacío y áreas prioritarias para la conservación](#) del año 2015. ¿En qué han variado los criterios de selección y la técnica de agregación de los criterios?
- Le invito a resolver la Autoevaluación 4, para comprobar el aprendizaje alcanzado sobre la unidad 4.



Autoevaluación 4

Indique si el enunciado es verdadero o falso

1. () Una de las operaciones espaciales en entorno SIG que facilitan el cálculo de corredores ecológicos es el análisis de distancias.
2. () Los corredores ecológicos son estrategias para reducir los impactos de la fragmentación de los hábitats.
3. () Los parches son el elemento dominante que tiene control sobre la dinámica del paisaje.
4. () Un diseño de corredor óptimo debe ser lo suficientemente amplio para facilitar el movimiento, pero lo suficientemente estrecho para minimizar los costos monetarios de la conservación.
5. () Linkage Mapper es una herramienta para diseño de corredores ecológicos que funciona en la plataforma de ArcGIS.

Seleccione la opción correcta

6. Un modelo de conectividad debe contemplar los siguientes elementos:

- a. Espacios naturales a conectar, presencia de competidores y enfermedades y registros de presencia/ ausencia de una especie.
- b. Espacios naturales a conectar, variables naturales y rangos de aptitud.
- c. Espacios naturales a conectar, variables climáticas e índice de idoneidad de hábitat.

7. Las áreas prioritarias de conservación son:

- a. Todas las áreas que tienen aptitud para la conservación.
- b. Todas las áreas con potencial para la conservación.
- c. Todas las áreas potenciales en riesgo de ser deterioradas.

8. En la selección de áreas prioritarias, un criterio es:

- a. El enfoque que tendrá el área prioritaria.
- b. Un factor medible, base de la toma de decisiones.
- c. El nivel de incertidumbre de la selección.

9. La metodología de Análisis de vacíos consiste en:

- a. Identificar el nivel de representatividad de la biodiversidad en las áreas protegidas.
- b. Investigar un conjunto de alternativa en función de múltiples criterios.
- c. Aplicar criterios biológicos y utilizar modelos de optimización.

10. Los métodos de selección cuantitativos pueden incluir técnicas cualitativas como:
- a. Modelos estadísticos.
 - b. Talleres locales.
 - c. Índices de fragmentación.

[Ir al solucionario](#)

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas



Actividades finales del bimestre



Semana 16

Estimado estudiante, ha llegado a la finalización del segundo bimestre. Espero que los temas revisados durante este bimestre hayan sido de su interés. Esta semana está destinada a la revisión y estudio de los contenidos del segundo bimestre. Por lo tanto, se recomienda lo siguiente:

- Estudiar las unidades del segundo bimestre de la guía didáctica, aplicando técnicas de estudio como mapas conceptuales, resúmenes y esquemas.
- Realizar una lectura comprensiva de las lecturas obligatorias en los temas que corresponda, subrayando o resaltando ideas principales y consultando el significado de términos nuevos.
- Revisar las actividades calificadas y autoevaluaciones para reforzar su comprensión sobre los temas.

Revise la siguiente [tabla](#) con el resumen de los temas estudiados durante el segundo bimestre.

De igual manera, lo invito a revisar la siguiente infografía, en la cual están compilados los enlaces hacia las lecturas complementarias del segundo bimestre.

[Resumen de contenidos del segundo bimestre](#)

¡Felicitaciones por su esfuerzo y mucho éxito en la evaluación bimestral!



4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	v	Las estrategias de conservación son por ejemplo áreas protegidas, corredores biológicos, zonas de manejo sustentable, las cuales se deben diseñar considerando los patrones de distribución y hábitat de las especies y ecosistemas.
2	f	Los SIG se emplean en diversidad de temas: sociales, políticos, económicos, etc.
3	f	La conservación es menos restrictiva que la preservación.
4	v	Los SIG proveen un entorno adecuado para manejar datos de diferente escala espacial y temporal.
5	f	Cybertracker es una aplicación para dispositivos móviles. La versión de escritorio funciona para crear los formularios y administrar los registros de datos.
6	c	La plataforma Global Biodiversity Informatic Facility permite descargar datos de registros y distribución de especies.
7	a	Los datos en línea presentan la ventaja de que vienen presimbolizados.
8	b	Los metadatos sirven para conocer la procedencia y propiedades de los datos.
9	c	CyberTracker y KoboToolBox son aplicaciones para dispositivos móviles con tecnología GPS.
10	a	Los formularios creados con KoboToolBox se pueden llenar en el campo se pueden llenar online u offline.

Ir a la
autoevaluación

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Autoevaluación 2

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	v	El hábitat es el espacio geográfico que reúne las condiciones para la supervivencia de una especie.
2	v	Los competidores son una variable importante, pero por su dificultad de obtención de datos y modelización se utiliza poco.
3	f	Los modelos HSI calculan un índice de idoneidad entre 0 y 1.
4	f	Los modelos de distribución de especies son diferentes de los modelos de calidad de hábitat.
5	v	Los modelos de nicho y de hábitat potencial se suelen agrupar dentro de modelos de distribución.
6	a	En un modelo de hábitat las variables principales son localización geográfica de la especie, requerimientos de agua, alimento, clima, tipo de vegetación e influencia antrópica.
7	b	En un modelo de distribución las variables principales son registros de localización de la especie y variables climáticas, topográficas y de vegetación.
8	a	Los registros de colecciones tienen gran cantidad de datos de presencia, pero no de ausencia.
9	b	Las técnicas descriptivas solamente necesitan datos de presencia.
10	a	MaxEnt permite obtener resultados como Mapas de distribución potencial, análisis estadísticos y curvas de respuesta de las variables predictivas.

Ir a la
autoevaluación



Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Autoevaluación 3

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	f	Los SE no son un espacio geográfico, son los beneficios que aporta la naturaleza al bienestar humano.
2	v	Las cuencas hidrográficas son unidades espaciales definidas en función de los procesos hidrológicos.
3	v	Una propiedad del ecosistema es su estructura.
4	v	El potencial de recreación es un servicio ecosistémico cultural.
5	v	El mapeo de SE favorece el uso de técnicas participativas que incluyan los juicios de expertos y ciudadanos.
6	b	InVEST ofrece modelos muy generales, esta es una de sus principales desventajas pues tiende a simplificar demasiado los procesos.
7	a	El modelo de Producción Anual de Agua estima el potencial de producción para energía hidroeléctrica.
8	c	El modelo de Recreación y turismo, contrasta la tasa de visitas con variables predictivas que influyen en la decisión de los turistas de dónde recrearse.
9	c	La herramienta de modelación de SE que se basa en inteligencia artificial es ARIES.
10	b	Las áreas productoras y beneficiarias de SE pueden ocupar el mismo espacio, ser adyacentes o estar en un radio de influencia.

Ir a la
autoevaluación



Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Autoevaluación 4

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	v	El análisis de distancias es un proceso clave en el cálculo de la conectividad.
2	v	Los corredores ecológicos ayudan a reducir la fragmentación.
3	f	Los parches son los elementos homogéneos que se desea conectar.
4	v	Un diseño de corredor óptimo debe ser lo suficientemente amplio para facilitar el movimiento, pero lo suficientemente estrecho para minimizar los costos monetarios de la conservación.
5	v	Linkage Mapper es una herramienta para diseño de corredores ecológicos que funciona en la plataforma de ArcGIS.
6	b	Un modelo de conectividad debe contemplar espacios naturales a conectar, variables naturales y rangos de aptitud.
7	c	Las áreas prioritarias son aquella que tienen potencial de conservación y están en riesgo de ser deterioradas.
8	b	Un criterio es un factor medible y evaluable en el cual se basa la toma de decisiones.
9	b	La metodología de análisis de vacíos consiste en identificar el nivel de representatividad de la biodiversidad en las áreas protegidas.
10	a	Los métodos cuantitativos pueden incluir técnicas cualitativas como los talleres locales.

Ir a la
autoevaluación





5. Referencias bibliográficas

American Museum of Natural History (AMNH). (s.f.). What is biodiversity? <https://www.amnh.org/research/center-for-biodiversity-conservation/what-is-biodiversity>.

Armenteras, D., y Vargas, O. (2016). Patrones del paisaje y escenarios de restauración: acercando escalas. Acta Biológica Colombiana, 21(1),229-239. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3190/319049262003>.

Beier, P., Majka, D., y Jenness, J. (2007). Designing Wildlife Corridors with ArcGIS. Watsonville, CA. <http://corridordesign.org/>.

Burkhard. B. y Maes, J. (eds). (2017). Mapping Ecosystem Services. Advanced Books. <https://doi.org/10.3897/ab.e12837>.

Cartaya, S., C. Anchundia y R. Mantuano. (2016). Distribución geográfica potencial de la especie Cuniculus Paca en el occidente de Ecuador. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. 24(2):134-149. ISSN: 1390-3799.

Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2016). El estado de la biodiversidad en América Latina y el Caribe. UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Chávez, H., González, M., y Hernández de la R, P. (2015).

Metodologías para identificar áreas prioritarias para conservación de ecosistemas naturales. Revista mexicana de ciencias forestales, 6(27), 8-23.

Conservation Corridor. (2020). Programs and Tools. <https://conservationcorridor.org/corridor-toolbox/programs-and-tools/>.

Convenio sobre Diversidad Biológica. Registro Oficial 148 de 16 de marzo de 1993.

Corredor de Conectividad Sangay Podocarpus (CCSP). (2020).

Corredor de Conectividad Sangay – Podocarpus. <https://www.sangaypodocarpus.org/el-corredor>.

de la Montaña, E., Razola, I., Benayas, J., y Cayuela, L. (2006).

Selección de áreas relevantes para la conservación de la biodiversidad. Ecosistemas (15).

EUROPARC-España. (2009). Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos. FUNGOBE. 86 páginas.

Gallina, S. y López-González, C. (Ed.). (2011). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. <http://www.uaq.mx>.

Godoy, J. (2003). Corredor Biológico Mesoamericano: iniciativa de integración regional para promover la conservación del bosque. XXII World Forestry Congress. Québec, Canadá.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Guisan, A., Thuiller, W., y Zimmermann, N. (2017). Habitat Suitability and Distribution Models: With Applications in R (Ecology, Biodiversity and Conservation). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781139028271.

Janvier, P. y Mayaux, P. (2002). Exploring the synergy between environmental geo-referenced field data and remote sensing spacial information in Central Africa.

Kosmus, M., Renner, I. y Ullrich, S. (2012). Integración de los servicios ecosistémicos: Un enfoque sistemático en pasos para profesionales basado en TEEB. GIZ.

Ladle, R. y Whittaker, J. (Eds.). (2011). Conservation Biogeography. Chichester, UK: Wiley. DOI: 10.1002/9781444390001.

Loo, J. (2011). Manual de genética de la conservación. Principios aplicados de genética para la conservación de la diversidad biológica.

López, M.A. (2008). Módulo sobre técnicas geoespaciales para la planificación de la conservación de la biodiversidad. Taller: Introducción a Aplicaciones de Técnicas Espaciales para la Conservación de la Biodiversidad. Universidad Tecnológica de Panamá Ciudad de Panamá. 28 de enero a 1ro de febrero, 2008.

Millennium Ecosystem Assesment. (2005). Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press.

Matellanes, R., Quesada, L. y Muñoz, D. (s.f.). Creación de corredores ecológicos. GEOFascículos. Disponible en: <https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2014/06/Geofasc%C3%ADculo-n%C2%BA13-Corredores-Ecol%C3%B3gicos.pdf>.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Matellanes, R., Quesada, L. y Muñoz, D. (s.f.). Creación de modelos predictivos con MaxEnt. GEOFascículos. Disponible en: <https://geoinnova.org/blog-territorio/wp-content/uploads/2014/07/GF14.-MapaspredictivosMaxEnt.pdf>.

Mateo, R., Felicísimo, A., y Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. Revista chilena de historia natural, 84(2), 217-240. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>.

Mejía, D., Tonón, M. y Abad, L. (2018). Distribución potencial del género Polylepis en la Cuenca del río Paute bajo un escenario de cambio climático. Revista de la Facultad de Ciencias Químicas (19). Universidad de Cuenca.

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2001). Política y Estrategia Nacional de Biodiversidad 2001-2010. Quito-Ecuador.

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2016). Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030. Quito-Ecuador.

Ministerio del Ambiente y Agua. (2018). Ecuador presentó su primer corredor de conectividad «Sangay – Podocarpus». <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-presento-su-primer-corredor-de-conectividad-sangay-podocarpus/>.

Morato, R., Ferraz, K., Cunha de Paula, R. y Campos, C. (2014). Identification of Priority Conservation Areas and Potential Corridors for Jaguars in the Caatinga Biome, Brazil. PloS one. 9. e92950. 10.1371/journal.pone.0092950.

Moreira, A. (1996). Los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. Ambiente y Desarrollo 1(2), 80-86.

Índice

Primer bimestre

Segundo bimestre

Solucionario

Referencias bibliográficas

Palupe, B., Leopold, C., Hess, S., Faford, J., Pacheco, D. y Judge, S. (2016). Changes in habitat use and distribution of mouflon in the Kahuku Unit of Hawaii Volcanoes National Park. *Pacific Conservation Biology*, 22. 10.1071/PC15039.

Pennsilvania State University (PSU). (2018). Environmental Applications of GIS.: <https://www.e-education.psu.edu/geog487/node/266>.

Pérez-Torres, J. (2002). Un índice para la evaluación del hábitat de Agouti taczanowsk/1 (rodentia: agoutidae) en áreas de bosque andino nublado. *Universitas Scientiarum*, 7(1),51-60. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499/49925477006>

Quiroga, F., y Soria, J. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, 17.

Scheldeman, X. y van Zonneveld, M. (2011). Manual de Capacitación en Análisis Espacial de Diversidad y Distribución de Plantas. Bioversity International, Roma, Italia. 186 pp.

Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olwero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., Verutes, G., Kim, C.K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M., Bernhardt, J., Griffin, R., Glowinski, K., Chaumont, N., Perelman, A., Lacayo, M. Mandle, L., Hamel, P., Vogl, A.L., Rogers, L., Bierbower, W., Denu, D., y Douglass, J. (2018). InVEST 3.7.0. User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.

Índice

Primer
bimestre

Segundo
bimestre

Solucionario

Referencias
bibliográficas

Smith R.J. 2015. West Africa Gap Analysis and Spatial Conservation Prioritisation. UNEP-WCMC technical report.

United States Environmental Protection Agency (EPA). (2020). Ecosystem Services-Enviro Atlas. <https://www.epa.gov/enviroatlas/ecosystem-services-enviroatlas-0>

Valdés, J., Castro, C., Garcés, H., y Escobar, J. (2017). Procesos de Geoprocесamiento en la Espacialización de Servicios Ecosistémicos en Áreas de Interés Local. Ingenierías USBmed, 8(1), 19-28. 10.21500/20275846.2672.

Vliet, N. Sandrin, F. Vanegas,L., L'haridon, L., Fa, J. y Nasi, R. (2017). Alta tecnología en el seguimiento participativo a beneficio de la gestión adaptativa de la caza en la Amazonia. Revista Internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales UNASYLVA, 68, 53-63. FAO.

Zhiñin, H. y Aguirre, N. (2018). Identificación de áreas prioritarias para la restauración ecológica y sitios de referencia en la Región Sur de Ecuador. CEDAMAZ, 8, 53-61.