



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“VALORACIÓN ECONOMICA DE LA CAPTURA DE CO2 POR EL EFECTO DE LA  
EXPANSIÓN URBANA EN LA LOMA DE AMANCAES EN EL PERIODO DEL  
2000 AL 2018”

Trabajo de Investigación para optar el grado de:

BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Presentado por:

VICTOR HUGO GUERRERO PALOMINO

Asesor:

KAREN ILSE ECKHARDT ROVALINO

Lima – Perú

2019



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°187-2019-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 27 de noviembre de 2019

**VISTO:**

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **Valoración económica de la captura de CO<sub>2</sub> por el efecto de la expansión urbana en la Loma de Amancaes en el periodo del 2000 al 2018**, presentado por:

- **Guerrero Palomino Victor Hugo**

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

**SE RESUELVE:**

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **Valoración económica de la captura de CO<sub>2</sub> por el efecto de la expansión urbana en la Loma de Amancaes en el periodo del 2000 al 2018** con N° de registro de la carrera: **037-FCA-IAM**.

Nombrar a la docente/colaboradora **Karen Ilse Eckhardt Rovalino** como asesora de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,



**Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca**  
Director Académico de Carrera  
Ingeniería Ambiental

VALORACIÓN ECONOMICA DE LA CAPTURA DE CO<sub>2</sub> POR EL EFECTO DE LA EXPANSIÓN  
URBANA EN LA LOMA DE AMANCAES EN EL PERIODO DEL 2000 AL 2018

Victor Hugo Guerrero Palomino<sup>1</sup> y Karen Eckhardt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Científica del Sur, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería  
Ambiental, Panamericana Sur km 19, Villa el Salvador

[vhguerrerop@gmail.com](mailto:vhguerrerop@gmail.com)

## RESUMEN

El mal manejo de la tierra, el acelerado crecimiento de la población y la falta de ordenamiento del país ha causado la pérdida de la biodiversidad y del ecosistema, así como, como la producción de los servicios relacionados a este. De acuerdo a la normativa peruana, hay una clasificación de ecosistemas el cual tiene una baja resiliencia a las dinámicas antropogénicas (cambios sociales, económicos y ambientales), denominados como ecosistemas frágiles. Dentro de esta clasificación podemos encontrar al ecosistema de lomas, el cual es caracterizado por una flora de carácter estacional originada por la condensación de humedad proveniente del océano pacífico. El proceso de ocupación informal, que se ha venido dando en la actualidad sobre este ecosistema ha tenido una gran repercusión sobre el servicio ecosistémico de captura y almacenamiento de carbono.

En las últimas décadas se ha venido empleando el uso de técnicas espaciales, las cuales se pueden emplear para el monitoreo y análisis de los ecosistemas, también nos permite estimar de qué manera se verán afectados los servicios ecosistémicos en un periodo de tiempo, mediante la especialización de variables significativas sobre estos. La estimación del beneficio generado por los servicios ecosistémicos es un tema muy complicado, debido a que la percepción de cada persona hacia el servicio se ve influenciada por distintos factores, por este motivo se han desarrollado diversas metodologías para

lograr una estimación en una unidad que sea de fácil entendimiento para todas las personas, entre ellas tenemos a la valoración económica.

**Palabras clave:** Lomas Costeras, Amancaes, Urbanización, Uso del suelo, Servicios ecosistémicos y Valoración.

#### ABSTRACT

The inaccurate Land use/ Land cover, the rapid growth of the population and the lack of order in the country have caused the loss of biodiversity and the ecosystem, as well as the production of services related to it. According to Peruvian regulations, there is an ecosystem classification which has a low resilience to anthropogenic dynamics (social, economic and environmental changes), called fragile ecosystems. Within this classification we can find the ecosystem of hills, which is characterized by seasonal flora caused by the condensation of moisture from the Pacific Ocean. The process of informal occupation, which has been occurring today in this ecosystem has had a great impact on the ecosystem service of carbon capture and storage.

In recent decades the use of spatial techniques has been used, which can be used for the monitoring and analysis of ecosystems, it also allows us to estimate how ecosystem services will be affected in a period of time, through spatialization of significant variables on these. The estimation of the benefit generated by ecosystem services is a very complicated issue, because the perception of each person towards the service is influenced by different factors, for this reason various methodologies have been developed to obtain an estimate in a unit that is easy to understand for all people, among them we have the economic valuation.

**Keywords:** Fog Oasis, Amancaes, Urbanization, Land use, Ecosystem services and Valorization.

## REVISIÓN TEÓRICA

### Ecosistemas frágiles

Son denominados ecosistemas frágiles a aquellos ecosistemas con características y recursos singulares de baja resiliencia (volver a sus condiciones originales), inestables a eventos antropogénicos impactantes, que alteran su estructura y composición (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, 2018), sin embargo también pueden verse afectados por eventos climáticos, como el fenómeno del niño (Kalicki, Kalicki, & Kittel, 2014; Manrique, Ferrari, & Pezzi, 2010; Tovar, Infantas, & Roth, 2018). Los ecosistemas reconocidos y comprendidos dentro de esta categoría, son: desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos, paramos, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas alto andinas, lomas costeras, bosques de neblina y bosques relicto (Ley 28611, 2005), y jalcas y bofedales (Ley 29895, 2012).

Estos ecosistemas tienen un alto valor de conservación, sin embargo, también tiene una gran vulnerabilidad, debido a la afectación de las actividades antrópicas. Brindan diversos beneficios para la sociedad, como: Albergan una gran biodiversidad, muchas de ellas amenazadas o de carácter endémico; comprenden hábitats y formaciones vegetales con un alto valor paisajístico; cumplen la función de corredores ecológicos; mantienen procesos ecológicos, como: ciclos biogeoquímicos, formación del suelo, etc.; brindan servicios ecosistémicos; oportunidades laborales; son considerados laboratorios naturales; área para la investigación científica; pueden gestionadas para la

conservación y el ecoturismo (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, 2018).

### Lomas

Las lomas son ecosistemas que se asientan sobre las laderas ubicadas hacia el mar, entre altitudes que van desde 0 hasta los 1000 msnm; gracias a su orientación se pueden distinguir dos caras o frentes; el primero que mira hacia el mar, el cual recibe el nombre de “Frente Costero”; y el otro que mira hacia la cordillera, recibiendo el nombre de “Frente Andino” (Lleellish, Odar, & Trinidad, 2015).

Su formación se debe a la condensación de fuertes neblinas provenientes del océano pacífico (Kalicki et al., 2014; Lleellish et al., 2015; Miyasiro López & Ortiz Huamaní, 2016; Muenchow, Bräuning, Rodríguez, & von Wehrden, 2013; Muenchow, Hauenstein, et al., 2013), las cuales inciden sobre un territorio rico en minerales y con un gran banco de semillas (Nieuwland & Mamani, 2017) propiciando el desarrollo de una flora de porte bajo, característico de estos ecosistemas, como lo son: herbáceas, arbustos y árboles, con una muy limitada extensión (Muenchow, Hauenstein, et al., 2013; Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014).

El desarrollo de este tipo de ecosistemas se da durante la época de invierno, meses de mayo a octubre, debido a la condensación de fuertes neblinas provenientes del océano pacífico (Kalicki et al., 2014; Lleellish et al., 2015; Miyasiro López & Ortiz Huamaní, 2016; Muenchow, Bräuning, et al., 2013; Muenchow, Hauenstein, et al., 2013), las cuales brindan características particulares como es la humedad relativa de un 80% al 100%, además de la presencia de lluvia fina (garúa), con valores entre 40 y 100 mm/año (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014). Existen también eventos de carácter

natural que tienen un impacto positivo sobre estos ecosistemas, como lo es el Fenómeno del Niño, el cual propicia el aumento de su extensión (Kalicki et al., 2014) o aumento de su productividad primaria (Manrique et al., 2010). Los dos grandes eventos del El Niño ocurrieron durante 1982-1983 y del 1997-1998, produjeron precipitaciones de 3000 mm, lo cual causó una modificación en su flora (robustecimiento y revitalización), además del desarrollo de nuevas especies (Ferreyro, 1993) (Miyasiro López & Ortiz Huamaní, 2016).

Dentro del área de estos ecosistemas se han encontrado restos de civilizaciones antiguas, estos, ha tenido una estrecha relación con el desarrollo de nuestra civilización, desde el periodo pre inca, adquiriendo un papel muy importante en nuestra historia, principalmente en 3 etapas: En la etapa pre agrícola, donde la principal actividad fue la recolección, y en menor proporción la caza; etapa de la agricultura rudimentaria; y época incaica, donde se practicó una intensiva y extensiva agricultura para la conquista de nuevos territorios (Engel, 1973).

Las primeras civilizaciones tuvieron mucho acercamiento a las lomas, debido a que ofrecían recursos básicos, aparecieron los primeros grupos de cazadores y recolectores, entablado una relación armónica. Sin embargo, con la conquista se marcó el fin de esta armónica relación, la introducción de especies las cuales consumían pasto a un ritmo mucho más acelerado que las nativas, se empezó el sobrepastoreo, deforestación, el aprovechamiento desmedido de los recursos, entre otras causas. La Fiesta de Amancaes del pintor Mauricio Rugendas, muestra como no todas las lomas han pasado por lo mismo, siendo la Loma de Amancaes un espacio de uso recreacional donde se olvidaban las

clases sociales, y donde se realizó una fiesta costumbrista don el mismo nombre (Nieuwland & Mamani, 2017).

Las lomas que el SERFOR (n. d.) tiene determinadas como ecosistemas frágiles son: Las lomas de Lúcumo, Lurín, Pachacamac, Paloma, Pacta, Villa María del Triunfo, Retamal, Amancaes, Manchay, Carabayllo, Ochiputur, Mongón, Lupín, Pativilca, Supe, Liman, Lurihuasi, Alpacoto, Caral, Chancayllo, Iguanil, Aucallama, Puquio, km 22, Chillón, Collique, Payet, Mangamarca, Malanche, Caringa, Jime, Cicasos, Asia, Nuevo Cañete, Huaquina, Amará, Marcona, Capac, Camaná, Hornillos, Yuta, Cachendo, Amoquinto, Tacahuay y Morro Sama; de las cuales solo se tienen normadas como ecosistemas frágiles: Lomas de Lúcumo, Lurín, Pachacamac, Paloma, Pacta, Villa María del Triunfo, Retamal, Amancaes, Manchay y Carabayllo.

### **Flora**

Gracias a la incidencia de fuertes neblinas sobre un territorio rico en minerales, y con un gran banco de semillas (Nieuwland & Mamani, 2017) se propicia el desarrollo de una flora de porte bajo característico de estos ecosistemas, como lo son: herbáceas, arbustos y árboles, con una muy limitada extensión (Muenchow, Hauenstein, et al., 2013; Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014). Esta flora es de carácter estacional, ya que depende de la presencia de humedad para su desarrollo (invierno). Su flora va desapareciendo conforme va aumentado su altura, debido a la poca densidad de la humedad en la parte alta de la loma, pudiendo ubicar en las cimas plantas de características xerofitas, y en la parte baja una vegetación más frondosa. Se han registrado 51 especies de plantas vasculares entre familias y géneros (29 y 44 respectivamente), la familia Asteraceae destaca por ser la más diversa en este

ecosistema; según su crecimiento se registraron 44 especies que corresponden a hierbas; también se pudo encontrar 9 taxones endémicos, destacando la familia cactaceae con 3 especies (Trinidad, Huamán-Melo, Delgado, & Cano, 2012).

### **Fauna**

Entre las especies animales reconocidos en esta loma tenemos a las aves, entre las cuales podemos encontrar a los siguientes: *Athene cunicularia* (Lechuza Terrestre), *Geranoaetus melanoleucus* (Aguilucho de Pecho Negro), *Columba livia* (Paloma Doméstica), *Metriopelia ceciliae* (Tortolita Moteada), *Zenaida auriculata* (Tórtola Orejuda), *Rhodopis vesper* (Colibrí de Oasis), *Falco sparverius* (Cernícalo Americano), *Troglodytes aedon* (Cucarachero Común), *Pygochelidon cyanoleuca* (Golondrina Azul y Blanca), *Anthus lutescens* (Cachirla Amarillenta), *Phrygilus alaudinus* (Fringilo de Cola Bandeada), *Volatinia jacarina* (Saltapalito) y *Zonotrichia capensis* (Gorrión de Collar Rufo) (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, 2017).

### **Servicios Ecosistémicos**

El concepto de servicio ecosistémico ha sido un término que surgió gracias a los movimientos ambientalistas de la década del 60, donde se empieza a tomar conciencia acerca de la repercusión de nuestras actividades sobre el ecosistema (Balvanera & Cotler, 2007); este término ha sido desarrollado e interpretado por distintos autores a lo largo de los años, describiendo cada uno los atributos, características y propiedades específicas para cada definición, existiendo muchas coincidencias entre ellas, más difieren en aspectos importantes (La Notte et al., 2017). En la actualidad no se tiene un concepto establecido de los servicios ecosistémicos; sin embargo, se concuerda que estos reflejan la relación entre la naturaleza y el bienestar humano (Balvanera & Cotler,

2007; Comberti, Thornton, Wylliede Echeverria, & Patterson, 2015; Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services - IPBES, 2018).

La definición más aceptada y usada ha sido; que los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que las personas obtenemos del ecosistema (Millenium Ecosystem Assessment - MA, 2005), estos beneficios serian el resultado de las interacciones de los componentes bióticos y abióticos, el componente humano y los sistemas sociales-ecológicos (Guerry et al., 2015); estos son generados cuando contribuyen a las necesidades humanas, ya sea de manera directa e indirecta, algunos son necesarios para la supervivencia y pleno desarrollo del ser humano, mientras que los otros son empleados para la satisfacción para el ser humano (Small, Munday, & Durance, 2017).

La comprensión de los ecosistemas y de los beneficios que estos generan y a quienes beneficia nos permite evaluar políticas, practicas e inversiones para la toma decisiones sobre los recursos naturales, salud, economía, energía, infraestructura, expansión urbana, entre otras. Sin embargo, para esta toma de decisiones es importante analizar los impactos que estas generarían en el ecosistema y a sus servicios ecosistémicos, así como su repercusión al bienestar de la población cercana a este; para que esta toma de decisiones sea más eficiente se debe buscar trabajar con los distintos niveles de gobierno y actores de la población para el desarrollo de información, herramientas y prácticas integrando el ecosistema y sus servicios ecosistémicos; además de reformar políticas e instituciones creando la capacidad para alinear mejor los objetivos privados a corto plazo (Guerry et al., 2015).

La clasificación realizada por el SERNANP para una Área Natural Protegido (ANP) está basada sobre MA del año 2003, la establece cuatro grupos de servicios ecosistémicos: Servicios de Base, Regulación, Suministro y Culturales (Mena et al., 2016).

### **Clasificación**

Entre las clasificaciones más usadas por los investigadores tenemos a la propuesta por Millenium Ecosystem Assessment (2005), la cual los agrupa en cuatro grupos: Servicios de Aprovisionamiento, Servicios de Regulación, Servicios Culturales y Servicios de Soporte. Sin embargo, esta es una clasificación básica, la cual no se ajusta a los distintos contextos para los que se pueda ser utilizados (Fisher, Turner, & Morling, 2009). Otra clasificación usada es la Clasificación Común Internacional de los Servicios Ecosistémicos (CICES), la cual en su última versión 5.1, agrupa a los servicios ecosistémicos en tres categorías: Servicios de Aprovisionamiento, Servicios de Regulación y Mantenimiento, y Servicios Culturales, los cuales a su vez están sub divididos en subcategorías: Bióticos y Abióticos (Haines-Young & Potschin, 2018).

Debido a que en muchas clasificaciones, un mismo servicio pertenece a más de una categoría, la US Environmental Protection Agency (EPA) ha dado 2 clasificaciones, las cuales se basaron sobre los beneficios y sus beneficiarios, siendo estos Final Ecosystem Goods and Services Clasification System (FEGS-CS), y The National Ecosystem Services Classification System (NESCS), estas clasificaciones se desarrollaron debido a que otras clasificaciones anteriores tenían el problema de la superposición de categorías (La Notte et al., 2017).

### Servicios ecosistémicos de regulación

Los servicios ecosistémicos de regulación son aquellos encargados del control de los ciclos biogeoquímico y de las estructuras biofísicas, apoyando el suministro de otro tipo de servicio ecosistémico o en la mitigación de eventos naturales que puedan significar un riesgo para el bienestar humano, siendo este un beneficio indirecto (Fürst, Frank, y Inkoom, 2016). Dentro de esta clasificación encontramos los servicios de regulación climática y la calidad del aire, captura y almacenamiento de carbono, moderación de fenómenos extremos, tratamiento de aguas residuales, prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo, polinización, control biológico de plagas y la regulación de los flujos del agua (Adhikari & Hartemink, 2016; Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2018).

- Captura y almacenamiento de carbono

El servicio de captura y almacenamiento del carbono consiste en la transferencia del CO<sub>2</sub> atmosférico al suelo, donde este puede ser utilizado para la asimilación del CO<sub>2</sub> procedente de las emisiones vehiculares, producción de cemento y la deforestación, a su vez restaura la calidad del suelo, función del ecosistema y sus servicios, mejora la retención del agua y nutrientes, mejora de los insumos para el manejo de ecosistemas, reducir la erosión y contaminación, fortalecimiento de los ciclos biogeoquímicos, el incremento de la productividad y mejorar la calidad alimentaria y nutricional (Lal, Negassa, & Lorenz, 2015).

El acelerado proceso de urbanización, así como el crecimiento poblacional ha traído consigo un alto consumo de energía y de emisiones de CO<sub>2</sub> los cuales repercuten sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del ecosistema, afectando directamente al ciclo biogeoquímico del carbono (C. Wang, Zhan, Chu, Liu, & Zhang, 2018), el cual es el

encargado de brindar este servicio. Debido a estos impactos muchos países tienen problemas con su producción de alimento, agua e incluso energía, los cuales se van agravando aún más por el mal manejo del suelo y por los cambios climáticos que afrontan sus países (Lal et al., 2015), es gracias a esto que el manejo del uso de la tierra empezó a adquirir importancia en la toma de decisiones de los gobiernos (Chen, Deng, Jin, Samie, & Li, 2017), las cuales deben integrar nuevos enfoque para poder hacer frente a los desafíos económicos, sociales y ambientales (Camps-Calvet, Langemeyer, Calvet-Mir, & Gómez-Baggethun, 2015). Algunas de las medidas planteadas para combatir el mal manejo de las tierras ha sido la formulación de políticas eficientes, reforestación, mecanismos de mercado (Bryan et al., 2014), desarrollo de tecnologías de baja emisión de carbono (Calel & Dechezleprêtre, 2016).

### Valoración

La percepción de la naturaleza junto con sus bienes y los servicios que obtenemos de ella, es distinta entre las personas, y ello se debe a los diferentes contextos sociales y culturales en donde ellas se encuentran inmersas (De Araujo Barbosa, Atkinson, & Dearing, 2015; Pascual et al., 2017); el valor de los servicios ecosistémicos debe ser claro para una efectiva toma de decisiones por las autoridades que se encargan de estas, siendo el valor monetario de gran ayuda (Guerry et al., 2015), ya que esta pone el valor de un ecosistema bajo una unidad y concepto entendible por todas las personas de una población acerca de los beneficios generados por el ecosistema.

La valoración económica ha adquirido un rol positivo para el desarrollo sostenible (Pandeya et al., 2016), es por ello que para la correcta valoración del ecosistema se debe tener en cuenta la naturaleza del valor, así como la identificación de los beneficiarios de

estos servicios. Hay distintos tipos de valores que se le pueden atribuir a un mismo beneficio, estos pueden ser: (Small et al., 2017).

### **Valor ecológico**

Dentro de este tipo de valor se puede encontrar la resiliencia del ecosistema para nuestro pleno desarrollo, salud e funcionalidad integral, siendo estos indicadores los que determinan los requisitos mínimos para brindar servicios ecosistémicos.

### **Valor socio-cultural**

Este tipo de valor se define por la apreciación cultural que se le da a un servicio, así como su contextualización; este a su vez se subdivide en servicios de valor intrínseco, el cual refleja un valor independientemente de la valoración que le confiera el ser humano, es decir que adquiere un valor por su existencia; valor instrumental este refleja la contribución de un ecosistema o de los servicios ecosistémicos al bienestar de la sociedad; y valor relacional el cual refleja la relación del ser humano con la naturaleza. El análisis de estos valores es lo que determina la percepción del valor de un ecosistema o de un servicio por parte de la población, afectando en consecuencia la toma de sus decisiones.

### **Valor económico**

El valor económico refleja la importancia de un ecosistema y de sus servicios expresados en términos económicos abarcando los valores directos, indirectos y los de no uso.

### **Valoración económica**

Los cambios sociales y ambientales (De Araujo Barbosa et al., 2015) tienen como principal efecto la degradación y pérdida de la biodiversidad de los ecosistemas, estos a

su vez tienen repercusiones en la resiliencia y aprovisionamiento de los servicios ecosistémicos en el presente y a futuro; es por ello que estos servicios no pueden ser asumidos como bienes ilimitados y libres, ya que su verdadero valor reside en el beneficio generado y por el costo causado por su pérdida siendo esta información de gran importancia para su conservación y uso sostenible (de Groot et al., 2012). El expresar un valor en medidas económicas o monetarias no implica una privatización o algún intercambio de mercado del recurso, lo que nos permite este tipo de valoración es el expresar servicios que no tienen un mercado y aquellos que no tienen un valor de uso bajo una misma medida, permite una comparación directa entre ellas y estimar una compensación (Kubiszewski, Costanza, Anderson, & Sutton, 2017).

#### **Tipo de valor** (Rincón-Ruiz et al., 2014)

Para poder valorar correctamente un servicio ecosistémico es necesario identificar qué tipo de valor genera, entre ellos tenemos:

#### **Valores de uso**

Valores de Uso Directo, son aquellos usados directamente por los humanos, ya sea para un uso consuntivo o no.

Valores de Uso Indirecto, estos valores provienen de los servicios de regulación y no tienen un uso.

Valores de Opción, son derivados de la importancia que les da el ser humano para su beneficio personal.

#### **Valores de no uso**

Valores de Legado, valor adquirido por las personas para su uso por las generaciones futuras.

Valores Altruistas, valor que le dan las personas para que otras sean beneficiadas.

Valores de Existencia, valor adquirido por la existencia del ecosistema y de las especies.

### **Teledetección**

La teledetección es aquella técnica por la cual se adquieren imágenes de la superficie terrestre, por medios como la reflexión solar, haz artificial o emisión propia (Chuvienco, 1998). De acuerdo a la información que se quiera recoger, se puede medir la reluctancia del espectro electromagnético del infrarrojo cercano, medio y térmico, y de microondas radaricas (Julio Martinez, 2005). Entre algunas de las principales ventajas podemos encontrar: Visión Global, Observación e información en regiones no visibles en el espectro, observación a distintas escalas, frecuencia y homogeneidad en la adquisición (Javier Martinez et al., 2010).

### **Componentes**

La obtención de datos está determinada por las diferentes partes de un sistema, como es la fuente de energía, la cubierta terrestre, el sensor y la atmosfera. Estas tienen un efecto sobre las firmas espectrales de los tipos de cobertura, permitiendo que sus aplicaciones sean varias abarcando ámbitos agrícolas, ambientales, militares, entre otros (Julio Martinez, 2005).

La energía reflejada por la superficie terrestre será captada por el sensor en función a la banda (región espectral) a la que este sea sensible, permitiendo de esta manera realizar

composiciones en color mediante la combinación de 3 bandas asignadas a un color primario (Javier Martinez et al., 2010).

### **Satélites de observación**

Se ha reconocido que estos satélites contienen información única y consistente a nivel mundial (Lewis et al., 2016); su desarrollo se basó en la técnica de para la obtención de datos de la superficie terrestre y marina, y de la atmosfera, desarrollándose dos tipos destellitos: Los satélites meteorológicos Geoestacionarios y los satélites de recursos terrestres (López & Denore, 1999).

### **Satélites de recursos terrestres**

Son aquellos satélites de órbita polar, con un ángulo de inclinación de 90° con respecto al Ecuador (Javier Martinez et al., 2010) de alta resolución que están equipados con radiómetros multiespectrales para captar información dentro de un rango óptico, sin embargo, también están provistos de un intervalo térmico y de sensores para microondas; estos se han clasificados en tres grupos (López & Denore, 1999):

### **Grandes misiones operativas**

Misiones a cargo de agencias espaciales de nivel nacional cuyo objetivo es el desarrollo de mapas temáticos en base a la información de la superficie terrestre obtenida. Los más resaltantes de este grupo son el programa Landsat, serie SPOT, IRS y RADARSAT.

### **Satélites de muy alta resolución**

Este tipo de satélites tienen una resolución de 0.8 a 5 m en el modo pancromático, y en el rango multiespectral a 3 y 20 m; a su vez que también cuentan con la capacidad estereoscópica, con lo cual permite realizar modelos de elevación de hasta 2 m de

elevación, empleados en la clasificación de usos de suelos, evaluación de desastres, arqueología, entre otros. Entre algunos de estos encontramos a los sistemas IKONOS, Quickbird, OrbView, EROS y Resource 21.

### **Micro y mini satélites**

Son denominados micro satélites a aquellos que su peso varía entre 100-500 kg, y mini satélites a los que su peso es menor a 100 kg. Estos satélites surgen gracias al desarrollo de los microprocesadores de bajo consumo energético, sensores semiconductores bidimensionales de alta calidad, permitiendo que el desarrollo de estos sea menos costos que los tradicionales. Al ser estos satélites de misiones limitas se busca que puedan contribuir de gran manera en la gestión el territorio y del medio ambiente.

### **Imágenes satelitales**

Es una matriz digital compuesta por pixeles con valor digital o reflectancia, captados por sensores de acuerdo a los intervalos de longitudes de onda para los que se encuentra programado. (Julio Martinez, 2005).

### **Tipos de imágenes satelitales (Bravo, 2017)**

#### **Imágenes pancromáticas**

Imágenes de una sola banda, que abarcan parte del espectro visible y del infrarrojo, obteniendo como resultado una imagen en blanco y negro. Entre algunas de sus ventajas el poseer una gran resolución, y permite la detección de elementos de poco tamaño sobre la superficie terrestre.

#### **Imágenes multiespectrales**

Imagen que presenta valores numéricos por pixel como bandas espectrales pueda detectar el sensor; utiliza un sensor digital que nos permite trabajar con una gran cantidad de bandas.

#### Imagen fusionada

Este tipo de imagen consisten en una combinación de las imágenes de tipo pancromático y las multiespectrales, consta en añadirle los valores de la imagen multiespectral a cada pixel de la pancromática.

#### Imagen estéreo

Imagen de una misma zona captada por dos tipos de ángulos de visión.

#### Análisis multitemporal

Es un análisis de tipo espacial que implica la comparación de imágenes satelitales, fotografías aéreas o mapas de una misma zona geográfica en diferentes periodos de tiempo (Veloza Torres, 2017), las fuentes deben haber sido clasificadas y deben guardar relación de su área, escala, proyección cartográfica, leyenda y clases (Palacios, 2015). Este análisis nos permite estimar, analizar, cuantificar (Ruiz, Savé, & Herrera, 2013) e interpretar (Chuvieco, 1995) la descripción total y detallada de la extensión de un territorio, así como la evolución temporal que este ha sufrido en un periodo de tiempo; gracias a esto, esta técnica adquiere gran importancia en la valoración urbanística, paisajística y estructural, también puede ser usada como instrumento de monitoreo y gestión de planificación territorial (Di Somma, Ferrari, & Ramos de Las Heras, 2010; Veloza Torres, 2017), monitoreo de los niveles de agua de ríos y reservorios (Barreto, Almeida, & Cappabianco, 2016), y de cuencas (Muriithi, 2016).

### **Tipos de análisis multitemporales**

Debido a la disparidad de los estudios multitemporales, tipo de suceso que pueda ocurrir y/o ciclo, se pueden identificar dos grandes grupos variando principalmente su objetivo:

- El primero corresponde a la determinación de la evolución fenológica de una cubierta vegetal, abarcando el inicio de su desarrollo hasta su máximo esplendor y su deceso.
- El segundo corresponde a la determinación de los cambios producidos entre periodos distintos de tiempo, en una área determinada (Chuvieco, 1998).

### **Cambio de uso y de cobertura del suelo**

Este análisis ha adquirido gran importancia debido al aumento de la problemática de los impactos hacia el ecosistema y al vínculo que estos tienen con el cambio climático a nivel local, regional y global (Muriithi, 2016), estos cambios se pueden dar por origen natural o antropogénico (Zhu & Woodcock, 2014), factores demográficos, económicos, tecnológicos, políticos o institucionales y culturales o sociopolíticos (Delgado et al., 2017); siendo los principales: las invasiones agrícolas, deforestación, construcción de carreteras, modificaciones de humedales, minería y expansión urbana (Delgado et al., 2017; Muriithi, 2016; Zhu & Woodcock, 2014) fragmentación de bosques (Sharma, Areendran, Raj, Sharma, & Joshi, 2016), inundaciones y desastres naturales (Barreto et al., 2016), servicios ecosistémicos (Shao, Lunetta, Wheeler, Liames, & Campbell, 2016). La importancia de este tema radica en brindar información sobre las dinámicas del suelo para que las distintas autoridades tomen decisiones asertivas sobre el tema (Kibret, Marohn, & Cadisch, 2016).

Para el monitoreo de estas actividades, la teledetección emplea el uso de imágenes Landsat por su registro de medición continua, resolución espacial y su medición cercana a la superficie (Zhu & Woodcock, 2014).

Como parte de la elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial, el estado peruano ha elaborado instrumentos técnicos, los cuales tienen la finalidad de complementar la zonificación ecológica economía (ZEE) con el análisis de las dinámicas del medio físico y de los procesos sociales, económicos, culturales, ambientales, etc. que se dan en el territorio. Como parte de estos estudios se encuentra regulado “El Estudio de Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la Tierra”; este tiene el objetivo de proporcionar información sobre las dinámicas y efectos abarcados por el cambio en la cobertura y uso de la tierra (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2016).

### **Clasificación**

La clasificación del cambio de uso y de cobertura del suelo corresponde a un tema muy estudiado en la teledetección ya que se provee de para distintas finalidades, como es el modelamiento de bonos de carbono, manejo de bosques, cultivos (Campos-Taberner et al., 2016; Zhu & Woodcock, 2014).

Como parte del estudio especializado del estudio de los cambios de la cobertura y uso de la tierra se utiliza la metodología de clasificación CORINE Land Cover (CLC) (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2016).

### Metodología corine land cover (CLC)

CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover es una metodología que fue desarrollada en Europa para la recopilación, coordinación y

homogenización de la información obtenida del medio ambiente y de sus recursos naturales (Lamprea, 2017; Suárez-Parra, Cély-Reyes, & Forero-Ulloa, 2016; Valencia Hernández & Anaya Acevedo, 2009), esta base de datos aportara para la toma decisiones políticas relacionadas al medio ambiente; esta clasificación abarca en un primer nivel áreas artificiales, agrícolas, bosques y áreas mayormente naturales, áreas húmedas, Superficies de agua (Alcántara, 2014). Para la finalidad de esta investigación se enfocará en las áreas de carácter urbano.

### **Expansión urbana**

La expansión urbana se ha venido desarrollado gracias a las nuevas necesidades que han surgido con el paso de los años (Panagopoulos, González Duque, & Bostenaru Dan, 2016). Sin embargo, la principal razón para este desarrollo ha sido el crecimiento poblacional, el cual ha traído consigo la necesidad del desarrollo de nuevas áreas residenciales, comerciales, de servicios básicos y de transporte, para lo cual han necesitado la alteración de áreas naturales (Rahman, 2016). Las ciudades son consideradas como las principales fuentes de desarrollo económico (Wu, 2014), no obstante su crecimiento desmedido ha traído consigo efectos negativos al ecosistema y a sus servicios ecosistémicos (Baró et al., 2016; Shao et al., 2016; Y. Wang, Li, Li, Huang, & Xiao, 2018), afectando la cobertura vegetal y disminuyendo la cantidad y calidad del agua y del suelo (Muñoz, Montenegro, & Hernández, 2012) dejándolo como una zona que ya no puede volver a ser aprovechada (Kibret et al., 2016).

La planificación urbana debe de tener la finalidad de buscar la sostenibilidad económica, social, política y ambiental para el bienestar humano (Panagopoulos et al., 2016), por lo que se debe tener en cuenta la presencia de áreas verde (Carrus et al., 2015), ya que

estas mejoran la calidad de nuestro aire, disminución del ruido, regulación térmica, proporcionar alimentos (Wolch, Byrne, & Newell, 2014).

## CONCLUSIONES

Based on the review of the bibliographic review carried out in the present work, it is concluded that remote sensing is a very useful technique for the analysis of the dynamics of an ecosystem over a period of time, since it allows us to identify the effect it has had the urbanization process on the ecosystem of Lomas, and to be able to project the variation of the carbon capture and storage service in the long term without a control or mitigation measure, based on the variables to be evaluated; being able to be of great help for the decision making on the part of the authorities for its conservation and protection. The economic valuation allows estimating the variation of the effect that the ecosystem service has had, thanks to the establishment of the surrounding districts, leaving aside the subjectivity, and being able to establish measures that allow to reduce this variation.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (OBLIGATORIO en formato APA)**

- Adhikari, K., & Hartemink, A. E. (2016). Linking soils to ecosystem services - A global review. *Geoderma*, 262, 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.08.009>
- Alcántara, G. (2014). Análisis de los cambios de la cobertura y uso de la tierra. *Gobierno Regional Cajamarca*, 180.
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica*, (84–85), 8–15.
- Baró, F., Palomo, I., Zulian, G., Vizcaino, P., Haase, D., & Gómez-Baggethun, E. (2016). Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: A case study in the Barcelona metropolitan region. *Land Use Policy*, 57, 405–417. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.006>
- Barreto, T. L. M., Almeida, J., & Cappabianco, F. A. M. (2016). Estimating accurate water levels for rivers and reservoirs by using SAR products: A multitemporal analysis. *Pattern Recognition Letters*, 83, 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2016.05.015>
- Bravo, F. (2017). *Teledetección Espacial* (1st ed.). Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Retrieved from [https://issuu.com/ninoobravomorales/docs/libro\\_teledeteccion\\_espacial\\_2017](https://issuu.com/ninoobravomorales/docs/libro_teledeteccion_espacial_2017)
- Bryan, B. A., Nolan, M., Harwood, T. D., Connor, J. D., Navarro-Garcia, J., King, D., ... Hatfield-Dodds, S. (2014). Supply of carbon sequestration and biodiversity services from Australia's agricultural land under global change. *Global Environmental Change*, 28(1), 166–181. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.013>
- Calel, R., & Dechezleprêtre, A. (2016). Environmental policy and directed technological change: Evidence from the european carbon market. *Review of Economics and Statistics*, 98(1), 173–191. [https://doi.org/10.1162/REST\\_a\\_00470](https://doi.org/10.1162/REST_a_00470)

- Campos-Taberner, M., García-Haro, F. J., Camps-Valls, G., Grau-Muedra, G., Nutini, F., Crema, A., & Boschetti, M. (2016). Multitemporal and multiresolution leaf area index retrieval for operational local rice crop monitoring. *Remote Sensing of Environment*, *187*, 102–118. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.10.009>
- Camps-Calvet, M., Langemeyer, J., Calvet-Mir, L., & Gómez-Baggethun, E. (2015). Ecosystem services provided by urban gardens in Barcelona, Spain: Insights for policy and planning. *Environmental Science and Policy*, *62*(2015), 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.007>
- Carrus, G., Scopelliti, M., Laforteza, R., Colangelo, G., Ferrini, F., Salbitano, F., ... Sanesi, G. (2015). Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and Urban Planning*, *134*, 221–228. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2014.10.022>
- Chen, D., Deng, X., Jin, G., Samie, A., & Li, Z. (2017). Land-use-change induced dynamics of carbon stocks of the terrestrial ecosystem in Pakistan. *Physics and Chemistry of the Earth*, *101*, 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2017.01.018>
- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de Teledetección Espacial*. (Ediciones RIALP S.A., Ed.) (2nd ed.). Madrid. <https://doi.org/23.304-1995>
- Chuvieco, E. (1998). El factor temporal en teledetección : evolución fenomenológica y análisis de cambios. *Revista de Teledetección*, *10*, 1–9. Retrieved from [http://telenet.uva.es/promotores/revista/revista\\_10/AET10\\_4.pdf](http://telenet.uva.es/promotores/revista/revista_10/AET10_4.pdf)
- Comberti, C., Thornton, T. F., Wylliede Echeverria, V., & Patterson, T. (2015). Ecosystem services or services to ecosystems? Valuing cultivation and reciprocal relationships between humans and ecosystems. *Global Environmental Change*, *34*, 247–262. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.07.007>

- De Araujo Barbosa, C. C., Atkinson, P. M., & Dearing, J. A. (2015). Remote sensing of ecosystem services: A systematic review. *Ecological Indicators*, *52*, 430–443. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.007>
- de Groot, R., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., ... van Beukering, P. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, *1*(1), 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>
- Delgado, L. A. M., Matteucci, S., Acevedo, M., Valeri, C., Blanca, R., & Márquez, J. (2017). Causas directas que inducen el cambio de uso del suelo y de la cobertura boscosa, a escala de paisaje, en el sur de Venezuela. *Interciencia*, *42*(3), 148–156.
- Di Somma, A., Ferrari, V., & Ramos de Las Heras, N. (2010). El uso del suelo y el análisis multitemporal – Modificaciones del tejido urbano en la Provincia de Roma (Italia). *Colóquio Ibérico de Geografía*, *XII*. Retrieved from <http://web.letras.up.pt/xiicig/comunicacoes/183.pdf>
- Engel, F. (1973). New Facts about Pre-Columbian Life in the Andean Lomas. *Current Anthropology*, *14*(3), 271–280. <https://doi.org/10.1086/201330>
- Fisher, B., Turner, R. K., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, *68*(3), 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. (2018). Regulating services. Retrieved December 1, 2018, from <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/regulating-services/en/>
- Fürst, C., Frank, S., & Inkoom, J. N. (2016). Managing regulating services for sustainability. In *Routledge Handbook of Ecosystem Services* (pp. 328-342). Routledge.

- Guerry, A. D., Polasky, S., Lubchenco, J., Chaplin-Kramer, R., Daily, G. C., Griffin, R., ... Vira, B. (2015). Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7348–7355. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503751112>
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. *European Environment Agency*, (January), 53. Retrieved from [www.cices.eu](http://www.cices.eu)
- Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services - IPBES. (2018). *Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services Report of the Executive Director*. IPBES. Medellin, Colombia.
- Kalicki, P., Kalicki, T., & Kittel, P. (2014). The Influence of El Niño on Settlement Patterns in Lomas de Lachay, Central Coast, Peru. *Interdisciplinaria Archaeologica: Natural Sciences in Archaeology*, V(2), 147–160. <https://doi.org/10.24916/iansa.2014.2.5>
- Kibret, K. S., Marohn, C., & Cadisch, G. (2016). Assessment of land use and land cover change in South Central Ethiopia during four decades based on integrated analysis of multi-temporal images and geospatial vector data. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 3, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2015.11.005>
- Kubiszewski, I., Costanza, R., Anderson, S., & Sutton, P. (2017). The future value of ecosystem services: Global scenarios and national implications. *Ecosystem Services*, 26, 289–301. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.05.004>
- La Notte, A., D'Amato, D., Mäkinen, H., Paracchini, M. L., Liqueste, C., Egoh, B., ... Crossman, N. D. (2017). Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological Indicators*, 74, 392–402.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.030>

Lal, R., Negassa, W., & Lorenz, K. (2015). Carbon sequestration in soil. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 15(C), 79–86.

<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.09.002>

Lamprea, F. (2017). *Zonificación de las coberturas de la tierra mediante la aplicación de herramientas SIG para la revisión y ajuste del P.O.T en el marco del crecimiento urbano y la conurbación norte: Caso Municipal de Zipaquirá*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Lewis, A., Lyburner, L., Purss, M. B. J., Brooke, B., Evans, B., Ip, A., ... Wyborn, L. (2016). Rapid, high-resolution detection of environmental change over continental scales from satellite data – the Earth Observation Data Cube. *International Journal of Digital Earth*, 9(1), 106–111. <https://doi.org/10.1080/17538947.2015.1111952>

Llellish, M., Odar, J., & Trinidad, H. (2015). *Guía de Flora de las Lomas de Lima* (1a ed.). Lima, Perú. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4431.0564>

López, M. J., & Denore, B. (1999). Los satélites de observación de la Tierra en el 2000. *Cuadernos de Geografía*. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=37824>

Manrique, R., Ferrari, C., & Pezzi, G. (2010). The influence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) on fog oases along the Peruvian and Chilean coastal deserts. *5th International on Fog, Fog Collection and Dew*, (July), 25–30. <https://doi.org/10.13140/2.1.2522.7207>

Martinez, J. (2005). Fundamentos de Teledetección Espacial. *Comisión Nacional Del Agua*, 62. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Martinez, J., Martín, P., Díaz, J. M., López, J. M., Muñoz, F. J., & Pérez, J. (2010). Guía Didáctica de Teledetección y Medio Ambiente. *Red Nacional de Teledetección*

- Ambiental*, 208. Retrieved from [www.visibleearth.nasa.gov](http://www.visibleearth.nasa.gov)
- Mena, J., Rubio, H., Deza, J., Yagui, H., Vergel, C., & Kanashiro, L. (2016). *Servicios Ecosistémicos que brindan las Áreas Naturales Protegidas*. (SERNANP & WWF Perú, Eds.) (1st ed.). Lima: MINAM.
- Millenium Ecosystem Assessment - MA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Millenium Ecosystem Assessment*. Washington, DC 20002: Millenium Ecosystem Assessment. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb07627.x>
- Ministerio del Ambiente - MINAM. Resolución Ministerial N° 081-2016, Pub. L. No. N° 081-2016-MINAM, El Peruano 46 (2016). Perú.
- Miyasiro López, M. G., & Ortiz Huamaní, M. A. (2016). *Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986-2014)*. Repositorio de Tesis - UNMSM. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Retrieved from <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5281>
- Muenchow, J., Bräuning, A., Rodríguez, E. F., & von Wehrden, H. (2013). Predictive mapping of species richness and plant species' distributions of a peruvian fog oasis along an altitudinal gradient. *Biotropica*, 45(5), 557–566. <https://doi.org/10.1111/btp.12049>
- Muenchow, J., Hauenstein, S., Bräuning, A., Bäumler, R., Rodríguez, E. F., & Von Wehrden, H. (2013). Soil texture and altitude, respectively, largely determine the floristic gradient of the most diverse fog oasis in the Peruvian desert. *Journal of Tropical Ecology*, 29(5), 427–438. <https://doi.org/10.1017/S0266467413000436>
- Muñoz, D., Montenegro, M. R., & Hernández, M. R. (2012). Análisis Multitemporal de Cambios de Uso del Suelo y Coberturas, en la microcuenca Las Minas, Corregimiento de la Laguna, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. *Revista*

- de *Ciencias Agrícolas*, 26(1), 11–24. Retrieved from <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/54#.WemOVI12Lpk.me>  
ndeley
- Muriithi, F. K. (2016). Land use and land cover (LULC) changes in semi-arid sub-watersheds of Laikipia and Athi River basins, Kenya, as influenced by expanding intensive commercial horticulture. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 3, 73–88. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2016.01.002>
- Nieuwland, B., & Mamani, J. M. (2017). Las lomas de Lima: enfocando ecosistemas desérticos como espacios abiertos en Lima metropolitana. *Espacio y Desarrollo*, 133(29), 109–133. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201701.005>
- Palacios, E. (2015). *Análisis multitemporal en la cobertura boscosa de la zona norte del departamento del Chocó, 1990 - 2014*. Universidad de Manizales. Retrieved from [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2459/Palacios\\_Bermudez\\_Erika\\_2015.pdf?sequence=1](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2459/Palacios_Bermudez_Erika_2015.pdf?sequence=1)
- Panagopoulos, T., González Duque, J. A., & Bostenaru Dan, M. (2016). Urban planning with respect to environmental quality and human well-being. *Environmental Pollution*, 208, 137–144. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.07.038>
- Pandeya, B., Buytaert, W., Zulkafli, Z., Karpouzoglou, T., Mao, F., & Hannah, D. M. (2016). A comparative analysis of ecosystem services valuation approaches for application at the local scale and in data scarce regions. *Ecosystem Services*, 22(November 2015), 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.015>
- Pascual, U., Balvanera, P., Díaz, S., Pataki, G., Roth, E., Stenseke, M., ... Yagi, N. (2017). Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26–27, 7–16. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.006>

- Rahman, M. (2016). Detection of Land Use/Land Cover Changes and Urban Sprawl in Al-Khobar, Saudi Arabia: An Analysis of Multi-Temporal Remote Sensing Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 5(2), 15. <https://doi.org/10.3390/ijgi5020015>
- Rincón-Ruiz, A., Echeverry-Duque, M. A., Piñeros Quincero, A. M., Tapia Caicedo, C., David Drews, A., Arias Arévalo, P., & Zuluaga Guerra, P. A. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos : aspectos conceptuales y metodológicos*. Retrieved from <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32547>
- Ruiz, V., Savé, R., & Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011. *Ecosistemas*, 22(3), 117–123. <https://doi.org/10.7818/re.2014.22-3.00>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. (2017). *Lista de Fauna de las lomas costeras*. Lima. Retrieved from <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2017/09/Lista-de-Fauna-Lomas-Costeras-reconocidas-Ver-31-07-2017.pdf>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. (2018). *Ecosistemas Frágiles*. Retrieved September 30, 2018, from <https://www.serfor.gob.pe/cuidando-el-bosque/ecosistemas-fragiles>
- Shao, Y., Lunetta, R. S., Wheeler, B., Liames, J. S., & Campbell, J. B. (2016). An evaluation of time-series smoothing algorithms for land-cover classifications using MODIS-NDVI multi-temporal data. *Remote Sensing of Environment*, 174, 258–265. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.12.023>
- Sharma, M., Areendran, G., Raj, K., Sharma, A., & Joshi, P. K. (2016). Multitemporal analysis of forest fragmentation in Hindu Kush Himalaya—a case study from

- Khangchendzonga Biosphere Reserve, Sikkim, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(10). <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5577-8>
- Small, N., Munday, M., & Durance, I. (2017). The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits. *Global Environmental Change*, 44, 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.03.005>
- Suárez-Parra, K. V., Cély-Reyes, G. E., & Forero-Ulloa, F. E. (2016). Validación de la metodología Corine Land Cover (CLC) para determinación espacio-temporal de coberturas: caso microcuenca de la quebrada Mecha (Cómbita, Boyacá), Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1), 1–15. <https://doi.org/10.21068/c2016v17r01a01>
- Tovar, C., Infantas, E. S., & Roth, V. T. (2018). Plant community dynamics of lomas fog oasis of Central Peru after the extreme precipitation caused by the 1997-98 El Niño event. *PLoS ONE*, 13(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190572>
- Trinidad, H., Huamán-Melo, E., Delgado, A., & Cano, A. (2012). Flora vascular de las lomas de Villa María y Amancaes, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 19(2), 149–158. <https://doi.org/10.15381/rpb.v19i2.834>
- Valencia Hernández, G. M., & Anaya Acevedo, J. A. (2009). Implementación de la metodología Corine Land Cover con imágenes Ikonos. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, (July 2009), 39–52. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-33242009000200004&lang=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242009000200004&lang=pt)
- Veloza Torres, J. P. (2017). *Análisis Multitemporal De Las Coberturas Y Usos Del Suelo De La Reserva Forestal Protectora-Productora "Casablanca " En Madrid Cundinamarca Entre Los Años 1961 Y 2015: Aportes Para El Ordenamiento Teriitorial Municipal*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Wang, C., Zhan, J., Chu, X., Liu, W., & Zhang, F. (2018). Variation in ecosystem services

- with rapid urbanization: A study of carbon sequestration in the Beijing–Tianjin–Hebei region, China. *Physics and Chemistry of the Earth*, (September), 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2018.09.001>
- Wang, Y., Li, X., Li, J., Huang, Z., & Xiao, R. (2018). Impact of Rapid Urbanization on Vulnerability of Land System from Complex Networks View: A Methodological Approach. *Complexity*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8561675>
- Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities “just green enough.” *Landscape and Urban Planning*, 125, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
- Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209–221. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.018>
- Zhu, Z., & Woodcock, C. E. (2014). Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 144, 152–171. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.01.011>