

# Valoración económica del impacto de la construcción de obras de infraestructura sobre los servicios ecosistémicos y la biodiversidad: Caso de estudio Avenida Longitudinal de Occidente.

Eliana Ortiz Muñoz  
Universidad de los Andes.

**RESUMEN:** La Avenida Longitudinal de Occidente es una vía que se ha planeado desde hace varias décadas en la ciudad de Bogotá D.C. Sin embargo, sus obras han tenido un avance lento debido en parte a la incertidumbre sobre el impacto en el medio ambiente que ocasionaría la misma. En el presente estudio se evaluó la variación en la oferta de servicios ecosistémicos en diferentes escenarios de construcción de dicha vía, por medio del Software Arc Map y la herramienta InVEST. Como resultado se obtuvo un valor de pérdida de servicios que estaría entre alrededor de \$39 mil y 135 mil millones de pesos, para un escenario con el manejo ambiental contemplado en los estudios para su construcción y uno sin ningún tipo de manejo respectivamente. Además de la pérdida de servicios ecosistémicos, también se tuvo en cuenta la variación en calidad de hábitat, la cual se reduciría entre 2.8 y 9.2% para los escenarios mencionados.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las vías perimetrales fueron concebidas originalmente como un medio para desviar el tráfico lejos de las áreas centrales y congestionadas de las ciudades. Sin embargo, a medida que estas adquieren más tráfico local, su función las convierte de rutas inter-urbanas a ser además arterias intra-urbanas (Sutton, 1999).

En este contexto, el carácter de vía perimetral de la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO) la categoriza como un elemento clave en el mejoramiento de la movilidad de la ciudad, que generaría múltiples beneficios. Entre ellos la disminución de tiempos de viaje y la descongestión de las vías por las que actualmente se movilizan los vehículos que no tienen como origen o destino Bogotá.

El Estudio de Impacto Ambiental de la construcción de la ALO fue contratado por el IDU (EIAIGP, 1996) para solicitar la licencia ambiental que fue otorgada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), a través de la Resolución 1400 de 1999. La misma fue parcialmente modificada mediante Resolución 1194 del Ministerio de Medio Ambiente (Contraloría de Bogotá, D.C, 2012). Debido a que la CAR exigió cambios en los diseños iniciales de la vía en la parte norte del

trazado, a lo que el IDU argumentó entre otros que al cambiar el trazado se reduciría la velocidad promedio, aumentando las emisiones. Por esta razón el Ministerio consideró adecuado el trazado propuesto por el IDU.

Adicionalmente en el documento Conpes 3433 de 2006 se declaró esta vía como de importancia estratégica para la Nación. En dicho contexto se han suscrito múltiples convenios entre el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) de Bogotá y el Instituto Nacional de Vías. Sin embargo, son numerosos los debates que se han desarrollado respecto a la competencia e imparcialidad del ente que debería otorgar la licencia ambiental, la magnitud del impacto ambiental que se pudiera originar especialmente en la red de humedales del distrito y sus beneficios en materia de movilidad.

Lo anterior ha dado lugar a un avance lento en las obras, que compromete no sólo una inversión importante representada en la elaboración de diseños y presupuesto detallados, adquisición de predios y construcción de varios segmentos de la vía, sino también recursos destinados a la recuperación de humedales.

Con lo expuesto, se hace evidente la necesidad de que en proyectos de desarrollo e infraestructura como el de la ALO se analice el impacto sobre los servicios de ecosistemas como los humedales.

Los cuales proveen bienes y servicios como captura y almacenamiento de carbono, purificación de agua, retención de sedimentos y regulación hídrica (World Resources Institute, Washington, DC., 2005). Servicios que tienen un gran aporte a la resiliencia de las ciudades y su degradación da lugar además a pérdidas en biodiversidad. Ya que estos ecosistemas sirven de hábitat para una gran cantidad de especies animales y vegetales (Russi D., 2013).

Desde el punto de vista económico la pérdida de servicios ecosistémicos esenciales, que para muchos son invisibles. Significa un uso sub-óptimo del “capital natural” que genera enormes pérdidas innecesarias. Por lo tanto, la valoración económica de servicios ecosistémicos es una herramienta importante en la evaluación de proyectos. Con el fin de tomar decisiones equilibradas sobre el uso sostenible y conservación de este capital. Lo anterior muestra la importancia de cambiar a sistemas de planeación y desarrollo que reconozcan los servicios y atributos de los ecosistemas y los integren dentro de la toma de decisiones con el fin de suplir las necesidades sociales, económicas ambientales (Wattage, 2005).

Con el fin de analizar y cuantificar el cambio en el valor de los servicios ecosistémicos y la calidad de hábitat del área de influencia de la ALO bajo diferentes escenarios de construcción de la misma. Se utilizaron Sistemas de información Geográfica (Arc GIS 10.2.2) y algunos modelos de InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs) (Tallis, 2013).

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Descripción de la aplicación de Modelos InVEST

InVEST es una herramienta desarrollada como parte del “Natural Capital Project”, por la Universidad de Stanford, The Nature Conservancy y World Wildlife Fund. En conjunto con otras instituciones. Con el objetivo de alinear la conservación y la economía.

InVEST utiliza información de usos del suelo junto con condiciones ambientales como características de suelos, información climática y geográfica. Como datos de entrada para generar predicciones espaciales de oferta de servicios ecosistémicos.

Los datos de salida proveen información acerca de los impactos de diferentes opciones en el valor de los servicios ambientales. Así como en la conservación de biodiversidad. Esta información es usada para comparar alternativas de manejo en términos biofísicos y económicos (Daily, 2009), (Nelson, 2009).

### 2.2 Escenarios

El escenario actual se elaboró por medio de mapas de zonificación de la cuenca del Río Bogotá de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y la Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá (IDECA). Estos se contrastaron con imágenes de Google Earth e imágenes infra rojo obtenidas por medio de un UAV (unmanned aerial vehicle) marca Ebee. Las cuales fueron procesadas por medio de la herramienta de procesamiento de imágenes NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) y clasificación supervisada de ArcMap 10.2.2.

Para realizar un análisis del impacto sobre los servicios ecosistémicos del área de influencia de la construcción de la ALO se evaluaron tres escenarios de construcción de esta vía según el trazado aprobado por el concejo de Bogotá por medio del Acuerdo 13 de 1998. Entre el enlace con la autopista Norte hasta el cruce con el río Bogotá, correspondiente aproximadamente a 35 Km.

El primer escenario asume una vía de doble calzada en ambos sentidos (14 metros). El segundo escenario asume que en los 100 metros de ancho de la vía se perderá la totalidad de servicios ecosistémicos. Finalmente, el tercer escenario contempla el trazado típico para diferentes tramos según el diseño del Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá (Unión temporal ALO., 2000).

### 2.3 Captura y almacenamiento de Carbono

Este modelo calcula el carbono almacenado en cuatro reservorios: biomasa aérea y subterránea, suelo y materia orgánica muerta. La cantidad de carbono almacenado en cada reservorio está asociada al uso del suelo. Para tal fin se estimó el carbono almacenado en usos del suelo forestales, cultivos y pastos según las directrices de nivel uno del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006).

Para la valoración económica de este servicio se usó una tasa de descuento de 10% (TEEB, 2010). Y un costo por tonelada de Carbono correspondiente al reemplazo de este servicio por medio de tecnología de captura y almacenamiento (Socolow R. , 2005), (Socolow R. a., 2006).

## 2.4 Retención de Sedimentos

Este modelo se enfoca en la geomorfología, clima, vegetación y prácticas de manejo de suelos. El estimativo biofísico se combinó con datos de costos de remoción de sedimentos. Dichos costos se calcularon con base en los costos de dragado del humedal de Córdoba (HNV Ingenieros, 2003).

Para calcular el potencial de pérdida de suelo y transporte de sedimentos, se usó la ecuación universal de pérdida de suelos (USLE) (Wischmeier, 1978) a escala de pixel.

$$USLE = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

Donde  $R$  es la erosividad de la lluvia, la cual fue calculada según la ecuación ajustada para Colombia de acuerdo a la Precipitación Media Anual (Pérez & Mesa, 2002).

$$R = 0.00001193 PMA^{1.70148} \quad (2)$$

$K$  es el factor de erodabilidad del suelo.

$LS$  es el factor de pendiente y es calculado por el modelo por medio de la pendiente ( $s$ ), acumulación de flujo ( $f$ ).

$$LS = \left(\frac{f \times c}{22.13}\right)^{nn} \left(\frac{\sin(s \times 0.01745)}{0.09}\right)^{nn} * 1.6 \quad (3)$$

$C$  y  $P$  son factores relacionados con la cobertura vegetal y las medidas de protección de suelos respectivamente (Shi, 2002).

La capacidad de la vegetación para retener suelo se calculó comparando la tasa de erosión de un pixel con la tasa que tendría si fuera suelo desnudo. Por lo tanto la erosión evitada se calculó substrayendo el valor de USLE de la ecuación de pérdida para suelo desnudo:

$$RKLS = R \times K \times LS \quad (4)$$

$$Erosión\ Evitada = RKLS - USLE \quad (5)$$

El valor de este servicio fue calculado a nivel de cuenca según la siguiente ecuación:

$$VPN = Cost \times S \sum_{t=0}^{T-1} \frac{1}{(1+r)^t} \quad (6)$$

Donde:

$VPN$  es el valor presente de la retención de sedimentos en la cuenca durante  $T$  años.  $S$  es la cantidad de sedimentos retenidos. La tasa de descuento  $r$  usada fue de 4% según las recomendaciones del Manual para autoridades locales y regionales de “The Economics of Ecosystems and Biodiversity” (TEEB, 2010).

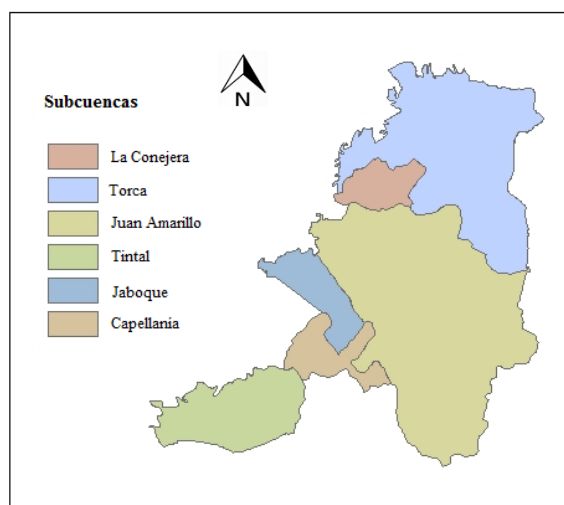


Figura 1. Microcuencas del área de influencia de la ALO.

## 2.5 Calidad de Hábitat: Biodiversidad

Aunque la biodiversidad ha sido ampliamente considerada como un servicio ambiental. En el presente estudio como en InVEST, la biodiversidad es considerada un atributo independiente de los ecosistemas, con su propio valor intrínseco. Por tal motivo no fue monetizada (Tallis, 2013).

El modelo de biodiversidad de InVEST combina información de uso y cobertura del suelo, distribución espacial de hábitats y fuentes de degradación para generar un mapa ráster con un puntaje de calidad para cada grilla.

Los datos de entrada están conformados por un puntaje de viabilidad de hábitat que es un valor entre 0 y 1 para cada pixel. Donde 1 equivale a un hábitat ideal. Estos valores se adoptaron de la guía de Campo para el avistamiento de aves de la

Sabana de Bogotá (Asociación Bogotana de Ornitología, 2000).

Los valores iniciales de cada grilla se van reduciendo de acuerdo con su proximidad espacial a fuentes de degradación. Por lo tanto el nivel de degradación depende de que tan cerca se encuentre una grilla a las mismas. Los demás datos de entrada incluyen puntajes de intensidad de las fuentes de degradación y sensibilidad del hábitat (NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2005).

El impacto de una amenaza  $r$  que se origina en una grilla  $y$ ,  $r_y$ , sobre un hábitat de una grilla  $x$  está dado por  $i_{rxy}$  y está representado por la ecuación:

$$i_{rxy} = \exp \left( -(2.99/d_{r \max}) d_{xy} \right) \quad (7)$$

Donde  $d_{xy}$  es la distancia lineal entre las grillas  $x$  y  $y$ ,  $d_{r \max}$  es la máxima distancia efectiva de una amenaza  $r$ 's.

El nivel total de amenaza en una grilla  $x$  con una cobertura y uso del suelo o tipo de hábitat  $j$  está dado por:

$$D_{xj} = \sum_{r=1}^R \sum_{y=1}^{Y_r} \left( \frac{w_r}{\sum_{r=1}^R w_r} \right) r_y i_{rxy} S_{jr} \quad (8)$$

Donde  $y$  clasifica todas la grillas en un mapa ráster  $r$ 's y  $Y_r$  indica el set de grillas en un mapa ráster  $r$ 's.

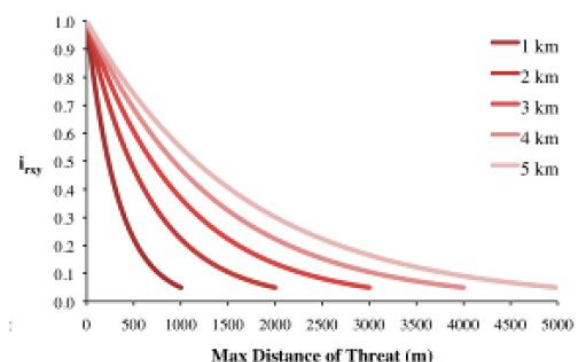


Figura 2. Relación entre la tasa de decaimiento de una amenaza y su máxima distancia efectiva (Tallis, 2013).

El puntaje de degradación se convierte en valor de calidad de hábitat usando una función de saturación media. La calidad de hábitat en el pixel  $x$  que tiene un uso y cobertura del suelo  $j$  está dado por:

$$Q_{xj} = H_j \left( 1 - \left( \frac{D_{xj}^z}{D_{xj}^z + k^z} \right) \right) \quad (9)$$

Finalmente dichos puntajes fueron sumados para el área total de influencia y el área de cada uno de los humedales, obteniendo así un porcentaje de reducción de calidad de hábitat.

## 2.6 Regulación Hídrica

Para estimar el valor de este servicio sólo se consideró el almacenamiento de agua superficial. La capacidad de retención hídrica se estimó con base en los caracterización de suelos presentada en el Estudio de Impacto Ambiental de la Avenida Longitudinal de Occidente (Consortio IGP., NAM., EGI., I3., Siciter, 1997). Y las características del suelo según su textura (Rawls, 2006). Según la siguiente ecuación:

$$Vd = C_d \times S \quad (10)$$

Donde  $C_d$  es el costo de construcción de obras de reemplazo por unidad de volumen almacenado y  $S$  es la capacidad de almacenamiento de cada pixel (Z.M. Chen, 2009). El costo de reemplazo fue calculado según los costos de construcción de la presa de Cantarrana. La cual fue construida para controlar las crecientes del Río Tunjuelo en Bogotá D.C. (INGETEC S.A., 2002).

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Escenarios

El área de estudio fue definida por las microcuencas sobre las cuales tiene influencia el trazado de la ALO. Los escenarios se clasificaron en ocho categorías según el uso y cobertura del suelo como se muestra en la figura 3.

La primera categoría corresponde a usos del suelo de invernaderos, que se encuentra ubicados principalmente en el borde norte de la ciudad. El uso forestal se encuentra principalmente en los cerros orientales y el cerro de La Conejera.

Como se observa en la figura 3, la mayor parte del trazado de la ALO se encuentra dentro de zonas de uso urbano. Lo anterior indica que esta vía actualmente no es de carácter perimetral.

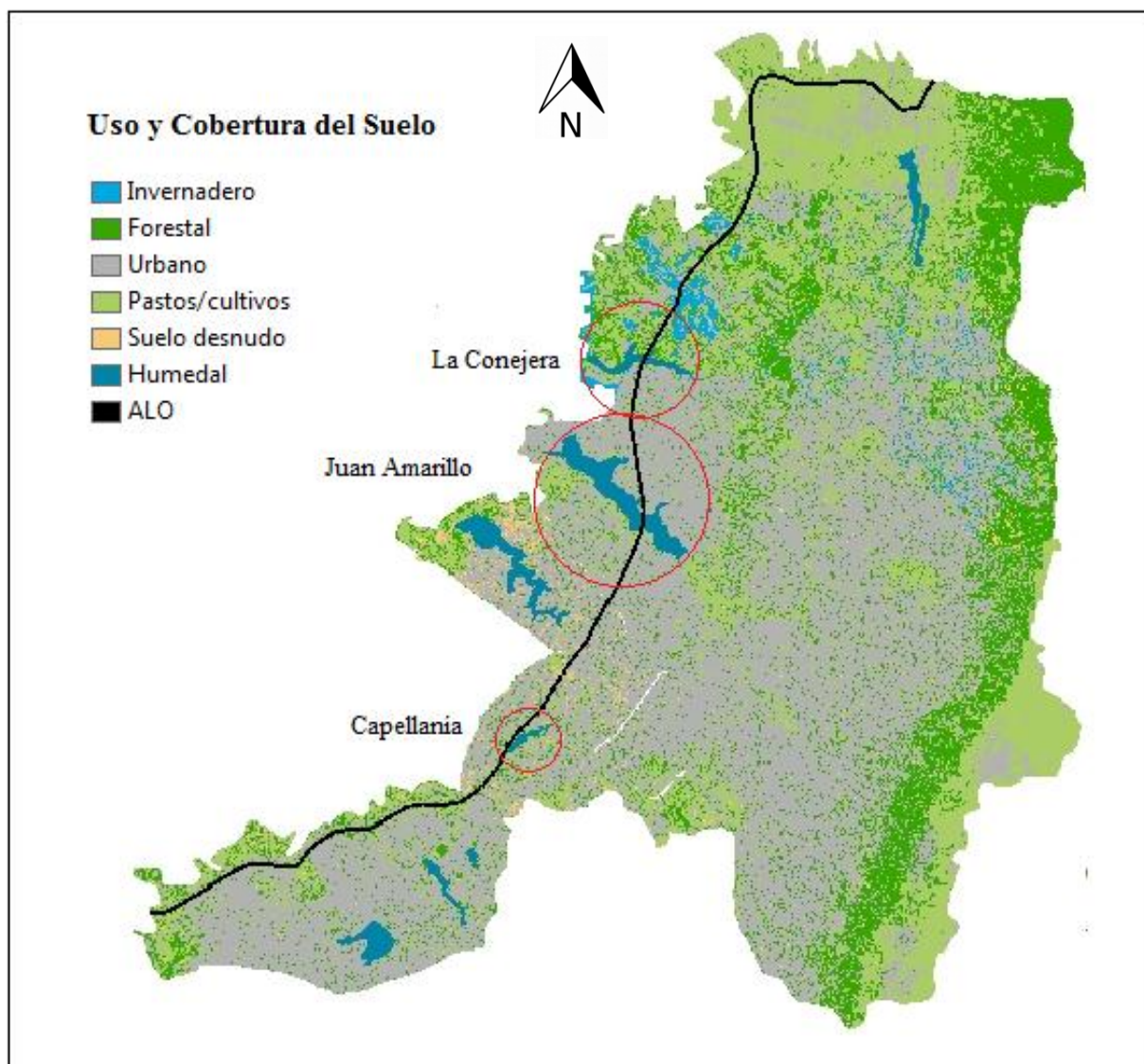


Figura 3. Cobertura y Uso del Suelo en las microcuencas del área de influencia de la ALO.

Finalmente se identifican los humedales que serían afectados por la construcción de dicha vía: en el norte el humedal la Conejera ubicado en la localidad de Suba. Hacia el sur el humedal Juan Amarillo y Cofradía ubicados cerca al portal de la calle 80 y el Aeropuerto Eldorado respectivamente.

### 3.2 Captura y almacenamiento de Carbono

Para los tres escenarios contemplados, el cambio total en la valoración económica de este servicio es negativo. Como se esperaba el mayor cambio se obtuvo al modelar el escenario sin manejo ambiental. A pesar de lo anterior, la construcción de esta vía reduciría la congestión con ello las

emisiones de dióxido de carbono lo que podría superar el cambio negativo en la valoración de este servicio (Cal & Mayor y Asociados, 1998). Además de la reducción en emisiones de material particulado y ruido debido a la descongestión de otras vías (Gómez F, 2011).

### 3.3 Retención de Sedimentos

Como se observa en las tablas 1 y 2, el cambio en el valor de este servicio muestra variaciones mínimas en todos los escenarios. Debido a la topografía y características de los suelos del área de estudio, que ocasionan una baja generación de sedimentos.

### 3.4 Calidad de Hábitat: Biodiversidad

El cambio porcentual en la calidad de hábitat en los diferentes escenarios se muestra en la tabla 1. Aunque en los escenarios de 14 metros e IDU se asumió la construcción puentes sobre los humedales Juan Amarillo y La Conejera, lo cual atenuaría la magnitud de la degradación producida por la construcción de la ALO. El impacto sobre los mismos sería considerable principalmente en el humedal La Conejera y Capellanía. Por otro lado, la construcción de la ALO no sólo perturbaría la fauna sino que también serviría de corredor de dispersión para especies vegetales invasoras (NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2005).

El resultado obtenido muestra un importante impacto sobre la calidad de hábitats que según el “Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de Biodiversidad” del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, podrían ser considerados como áreas de exclusión, que debido a su importancia para la conservación de la biodiversidad no deben ser objeto de actividades de intervención.

Para que un humedal sea considerado dentro de este grupo debe cumplir al menos con uno de los ocho criterios para tal fin. Entre estos, los humedales estudiados cumplen con al menos cuatro. Destacándose la presencia de especies amenazadas en el ámbito global entre las cuales se encuentran la Tingua Bogotana (*Rallus semiplumbeus*) y el cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*), consideradas en peligro crítico de extinción debido a la pérdida de

hábitat (Asociación Bogotana de Ornitología, 2000).

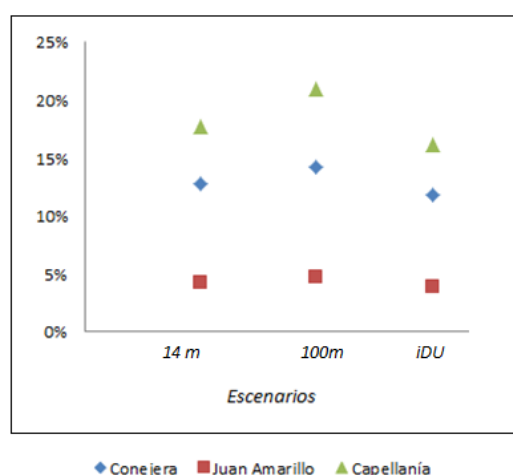


Figura 4. Reducción porcentual de la calidad de hábitat en los humedales del área de influencia de la ALO para cada escenario.

Como se observa, a nivel general el plan de manejo ambiental reduciría de manera importante el impacto sobre los ecosistemas. Pero a nivel de cada humedal es evidente que fragmentar un humedal por una vía ocasiona daños que no son mitigables y ponen en riesgo la subsistencia de las especies que los habitan.

### 3.5 Regulación Hídrica

Como se muestra en la tablas 1 y 2, la mayor reducción biofísica y por lo tanto económica se da en el escenario sin manejo ambiental y la menor en el escenario de 14 metros. Siendo este servicio el de mayor relevancia dentro de los evaluado.

Tabla 1. Cambio biofísico en los servicios ecosistémicos y calidad de hábitat para los escenarios alternativos de construcción de la ALO.

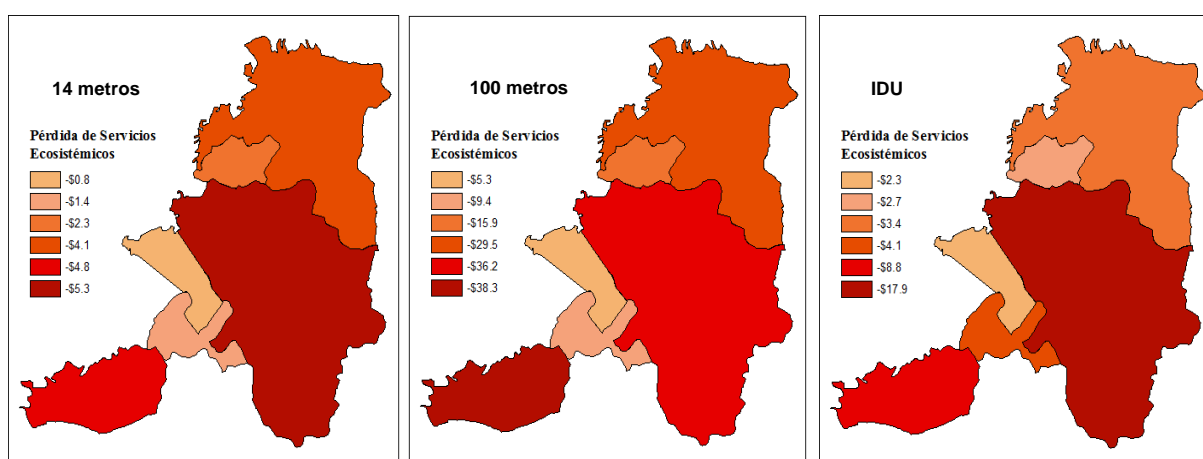
RESULTADO	Unidad	14 metros	100 metros	IDU
Captura de Carbono	Gg	-3.2	-23.5	-0.8
Retención de sedimentos	Ton	-0.1	-1.5	-0.1
Regulación hídrica	m <sup>3</sup> (x10 <sup>3</sup> )	-336.1	-2,430.1	-679.2
Cambio en calidad de Hábitat	%	-7.2%	-9.2%	-2.8%

Tabla 2. Cambio en el valor económico de los servicios ecosistémicos y calidad de hábitat para los escenarios alternativos de construcción de la ALO.

RESULTADO	14 metros	100 metros	IDU
Captura de Carbono	-557.5	-3,920.1	-110.7
Retención de sedimentos	-0.2	-2.7	-0.2
Regulación hídrica	-18,080	-130,738	-38,950
Cambio total en el valor económico de servicios ecosistémicos	-18,638	-134,660	-39,060

\*Los valores son mostrados en miles de millones de pesos Colombianos del año 2012.

En la figura 5 se muestra el cambio en la valoración de los servicios ecosistémicos evaluados en cada escenario según las seis microcuencas. Como se observa, el mayor cambio negativo se da en el escenario de 100 metros sin manejo ambiental para todas las microcuencas. Por otro lado, el menor cambio se presenta en el escenario de 14 metros. Haciendo un comparativo de los escenarios con y sin manejo ambiental, se aprecia una importante reducción en el impacto sobre la valoración de los mismos.



\*Los valores se presentan en miles de millones de pesos del año 2012.

Figura 5. Cambio en el valor de los servicios ecosistémicos según las subcuencas del área influencia de la ALO.

#### 4. CONCLUSIONES

A pesar de la construcción de los puentes sobre los humedales Juan Amarillo y La Conejera que podrían tener un costo superior a los \$100 mil millones de pesos. El impacto sobre estos ecosistemas no podría ser mitigado dada su alta sensibilidad y las especies en riesgo que se encuentran principalmente en el humedal La

Conejera debido al número de especies en riesgo que lo habitan.

Es importante evaluar alternativas en el trazado entre las cuales se debe incluir la Avenida Perimetral de Cundinamarca la cual fue concebida para el mismo fin que la ALO y cuya construcción podría requerir una menor inversión así como ocasionar un menor impacto sobre el medio ambiente.

## 5. REFERENCIAS

- Asociación Bogotana de Ornitología. (2000). *Aves de la Sabana de Bogotá, guía de campo*. Bogotá; ABO,CAR.
- Cal & Mayor y Asociados. (1998). *Estudio de Tráfico Avenida Longitudinal de Occidente*. Bogotá. Colombia.
- Consortio IGP., NAM., EGI., I3., Siciter. (1997). *Estudio de Impacto Ambiental Avenida Longitudinal de Occidente*.
- Contraloría de Bogotá. D.C. (2012). *Auditoría gubernamental con enfoque integral modalidad especial "transversal" "seguimiento a la gestión en cumplimiento de requisitos, condiciones y obligaciones que se señalan en la resolución 1400 de 1999, por la cual se otorga la licencia ambiental"*.
- Daily, G. S. (2009). *Ecosystem services in decision-making*.
- EIAIGP. (1996). *Estudio de Impacto Ambiental ALO- Consortio IGP-NAM\_E61-13-SICITER. Contrato No. 096 IDU*.
- Gómez F. (2011). Evaluación de la Avenida Longitudinal de Occidente con base a su eventual uso por los camiones que transitan de aso por Bogotá. *Universidad de los Andes*.
- Guo ZW, X. X. (2001). Ecosystem functions, services and their values – a case study in Xingshan County of China. *Ecol Econ*, 38:141–54.
- HMV Ingenieros. (2003). *ESTUDIO DE ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DE LAS CUENCAS SALITRE Y JABOQUE. INFORME TÉCNICO – PRODUCTO 7- TECN-969-001-GN-VERSIÓN 01*.
- INGETEC S.A. (2002). *Diseños para la Construcción de as obras para el control de crecientes en la cuenca del Río Tunjuelo*. Bogotá.D.C.
- IPCC . (2006). *Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMIES. (2005). *Assessing and Managing the Ecological Impacts of Paved Roads*. Washington, D.C.
- Nelson, E. G. (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 7(1): 4–11.
- Pérez & Mesa. (2002). Estimación del factor de erosividad de la lluvia en Colombia.
- Rawls, K. E. (2006). Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. *Soil Science Society of America Journal*, VOL. 70 p 1569-1578.
- Russi D., t. B. (2013). The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands. . *IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland*.
- Shi, Z. C. (2002). Assesment of erosion risk whit the RUSLE and GIS in the middle and lower reaches of Hanjiang river . *Proccedings of 12th International Soil Conservation. Beijing: Tsinghua University Press. Beijing*.
- Socolow, R. (2005). Can We Bury Global Warming? . *Scientific American* 293: 49-55.
- Socolow, R. a. (2006). A Plan to Keep Carbon in Check. *Scientific American* 295: 50-57.
- Sutton, C. J. (1999). Land use change along Denver’s I-225 beltway. *Journal of Transport Geography*,7(1):31–41. doi: 10.1016/S0966-6923(98)00025-8.
- Tallis, H. R. (2013). InVEST 2.6.0 User’s Guide. . *The Natural Capital Project, Stanford*.
- TEEB. (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Local and Regional Policy Makers.
- Unión temporal ALO. (2000). *Asesoría para la estructuración financiera, legal y técnica del proyecto Avenida longitudinal de Occidente*. . Bogotá, Colombia.



- Wattage, P. a. (2005). Stakeholder preferences towards conservation versus development for a wetland in Sri Lanka. . *Journal of Environmental Management* 77 122–132.
- Wischmeier, W. &. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. USDA-ARS Agriculture Handbook . Washington DC.
- World Resources Institute, Washington, DC. (2005). Millennium Ecosystem Assessment. ECOSYSTEMS AND HUMAN WELL-BEING: WETLANDS AND WATER. Synthesis. .
- Z.M. Chen, G. C. (2009). Net ecosystem services value of wetland: Environmental economic account. *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat* 14, 2837–2843.