



Efectos ambientales de las obras lineales

Apellidos, nombre	Romero Gil, Inmaculada (inrogi@dihma.upv.es)
Departamento	Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente (DIHMA)
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a presentar los efectos ambientales más comunes que suelen producirse por la construcción y el funcionamiento de una **obra lineal**. Tras recordar las principales **acciones** en la fase de construcción y en la de funcionamiento de una obra lineal, veremos cuáles son los **efectos** más comunes para este tipo de obra.

2 Objetivos

A partir del estudio de este documento, serás capaz de:

- Revisar los principales efectos sobre el medio físico
- Generalizar los efectos sobre la fauna y el medio social

3 Introducción

En un Estudio de Impacto Ambiental el apartado de Efectos Ambientales es el de mayor importancia, pues es realmente el núcleo del documento [1].

De hecho, debemos identificar, cuantificar y valorar los efectos significativos que preveamos que las actividades proyectadas van a generar sobre los aspectos ambientales para cada alternativa examinada. Evidentemente, la identificación de los impactos ambientales se basará en el estudio de las interacciones entre las acciones derivadas del proyecto y las características de los factores ambientales del ecosistema.

De manera resumida podríamos decir que debemos estudiar las **afecciones** que cada una de las acciones del proyecto descritas en el apartado de “Descripción del Proyecto” podrían generar sobre cada uno de los componentes ambientales que se han descrito previamente en el apartado de “Inventario Ambiental. Evidentemente esto debe realizarse **para cada fase del proyecto y para cada alternativa del proyecto**.

4 Desarrollo



Supón que quieres construir una carretera. ¿Qué efectos ambientales vas a generar?

¿Serías capaz de enumerarlos? Posiblemente sí. Si tienes claro las acciones de la obra y cómo es el ecosistema, sí que serías capaz ¿verdad?

¿Recuerdas cuáles eran las principales acciones en fase de construcción?

¿Y en fase de funcionamiento?

Una obra lineal como una carretera o una vía de ferrocarril va a generar diversos efectos tanto en el ecosistema terrestre como en la atmósfera. Pero para poder identificarlos, en primer lugar deberemos haber definido las acciones del proyecto en la fase de construcción y en la fase de funcionamiento. Tras ello ya podremos prever los principales efectos ambientales.



4.1 Acciones en fase de construcción y en fase de funcionamiento

Las acciones de una obra lineal en la fase de construcción podrían ser dependiendo del caso concreto: Ocupación del suelo y desbroce de terrenos; Excavaciones (cauce y márgenes) y movimiento de tierras; Operaciones de transporte, carga y descarga de materiales; Instalación y mantenimiento del parque de maquinaria; Acopios de materiales y tierras; Circulación de maquinaria pesada y vehículos; Desvío, desmontaje y reconstrucción de servicio e infraestructuras; Obras de encauzamiento; Instalación de colectores y red de drenaje; Instalación del alumbrado; Plantaciones y revegetación,... Así el listado de acciones en fase de construcción podría ser:

- Emisión de partículas en suspensión
- Emisión de gases de efecto invernadero (CO y CO₂)
- Emisión de contaminantes que generan lluvia ácida (NO_x, SO₂)
- Emisión de precursores de ozono (hidrocarburos)
- Emisión de metales contaminantes derivados de la circulación de vehículos (Pb, Cd, Cu, Cr, Fe, Ni y Zn)
- Emisión de Ruido
- Compactación del suelo durante la fase de obra
- Pisoteo sobre la flora y la fauna en zonas aledañas a la estructura
- Mano de obra e inversión económica
- Vertido de sustancias al suelo por el uso de maquinaria
- Producción de basuras y desechos por parte del personal de la obra
- Presencia de personas, máquinas y existencia de actividad en general

Para la fase de funcionamiento, las acciones más comunes de cualquier obra lineal podrían ser por ejemplo: Operaciones de mantenimiento; Mejora en la comunicación con la trama urbana colindante (industrias, viviendas,...); Adecuación del Patrimonio Histórico; Tráfico de vehículos,... Así el listado de acciones en fase de funcionamiento podría ser:

- Emisión de gases de efecto invernadero
- Emisión de contaminantes que generan lluvia ácida
- Emisión de precursores de ozono
- Emisión de metales contaminantes derivados de la circulación de vehículos
- Emisión de ruido
- Ocupación de suelo
- Tráfico de vehículos
- Existencia de la infraestructura
- Presencia humana y efectos asociados

Dependiendo de las acciones que realmente se produzcan en el caso concreto, podremos encontrarnos efectos ambientales diferentes. De hecho, los efectos particulares que produzcan los diversos contaminantes generados por la obra (polvo, emisiones gaseosas, herbicidas, sales, aceites, grasas, ruido,...) dependerán del contaminante concreto que se emita o vierta y de la cantidad que se emita. Los efectos ambientales de contaminantes concretos pueden verse en detalle en [3].



4.2 Efectos ambientales generales

Las obras lineales pueden afectar de manera importante al clima, geología, aire, suelos, agua, paisaje, vegetación, fauna,... [2]. Veámoslo:

- Clima. Podemos encontrarnos cambios microclimáticos en los alrededores de la vía al haber eliminado la vegetación de la zona y a la mayor refractancia del asfalto. También pueden llegar a producirse cambios mesoclimáticos por la creación de “pasillos” de vientos en función de la traza de la obra lineal y el efecto barrera de ciertas infraestructuras que inducen modificaciones en el régimen local de vientos.
- Geología. Los movimientos de tierras, la explotación de las canteras y la ocupación del espacio que supone la propia infraestructura dan lugar a alteraciones de dos tipos. Por un lado aumenta los riesgos de inestabilidad de las laderas, por otro pueden llegar a destruirse yacimientos paleontológicos o puntos de interés geológico.

Así, generalmente, los principales efectos suelen ser la erosión e inestabilidad de las laderas, que pueden reducirse con distintas medidas como la estabilización de taludes y la revegetación.

- Aire. En la fase de obras, el movimiento de tierras, el transporte de materiales, las plantas de tratamiento de materiales, la erosión eólica y la probable explotación de canteras, produce un incremento en la emisión de partículas. Así, temporalmente pueden ocasionarse niveles de inmisión elevados de partículas en suspensión y sedimentables. En la fase de explotación, se producen emisiones provenientes de la circulación de vehículos, cuyos principales contaminantes emitidos son CO, hidrocarburos no quemados (HC), NOx, Pb y SO₂, partículas en suspensión y metales pesados (Zn, Mn, N y Fe).

Con todo ello, a nivel atmosférico, los efectos más comunes son la contaminación de la calidad del aire por partículas (polvo) y emisiones provenientes de la circulación de vehículos (CO, CO₂, NOx, metales pesados...) y el aumento de los niveles de ruido.

- Ruido. En la fase de obras se suele producir un aumento en el nivel sonoro de la zona, aumentos que pueden ser continuos (utilización de maquinaria pesada, tráfico de camiones,...) y puntuales (voladuras). En la fase de explotación, los aumentos siempre son de carácter continuo y son producidos por el incremento del tráfico rodado.

Así, el principal efecto es la molestia y posiblemente la modificación de las actividades normales y habituales de la población y de la fauna de la zona.

- Agua. Debido a la construcción de la vía, a la desviación temporal o permanente de caudales, a la impermeabilización de superficies, a la erosión hídrica por el movimiento de tierras, al arrastre de partículas y contaminantes provenientes de las emisiones atmosféricas (Pb fundamentalmente), a la utilización de aditivos para la conservación de la vía, a los vertidos accidentales,... se pueden producir cambios en la calidad de las aguas, en los caudales y en los flujos de circulación.

Los efectos pueden transmitirse a áreas muy alejadas y extensiones muy grandes (por ejemplo acuíferos). Suelen tener efectos secundarios sobre otros subsistemas, como el medio social, fauna acuática, vegetación...

Así, los principales efectos son el efecto barrera en los flujos de agua (que aumentan los riesgos de inundación y afecta a los acuíferos superficiales), la disminución en la



recarga de acuíferos, la alteración de la escorrentía (si se produce un desvío temporal o permanente de cauces) y la afección a la calidad de las aguas.

De hecho, los contaminantes atmosféricos generados pueden depositarse en los suelos o ser arrastrados por escorrentías a los distintos cursos fluviales, a los que podrían también unirse otros contaminantes como los herbicidas y el cloruro sódico (usados en la conservación de las vías) o aceites y grasas. Para evitar estos efectos se hace uso de un diseño correcto de la red de drenaje de las carreteras, las cunetas perimetrales y la recogida en balsas de decantación previamente a la descarga en los cursos de agua.

- Suelo. Este factor ambiental suele sufrir una destrucción directa o una compactación por la construcción de la vía y los movimientos de tierra. Es el más importante y su magnitud depende de las superficies destruidas y de la calidad edáfica de las superficies ocupadas. También pueden acumularse contaminantes (por vía atmosférica o hidrológica), metales pesados (sobre todo el Pb), vertidos accidentales, aceites y grasas, herbicidas y sal para evitar el hielo y disolver la nieve en carreteras de montaña. Así se puede producir una salinización de suelos y un cambio en la productividad y composición florística de las comunidades vegetales.
- Paisaje. La construcción de una obra lineal supone un impacto paisajístico elevado, puesto que su diseño introduce líneas rectas que suelen ser discordantes con las formas onduladas del terreno. Se produce un contraste cromático con el entorno por la presencia de zonas desnudas de vegetación o por el color de la propia vía.
- Vegetación. Los cambios producidos en el suelo, agua o atmósfera producirán cambios directos e indirectos sobre la vegetación. Los efectos directos serán la eliminación de esta vegetación intersectada por la infraestructura en la fase de construcción. Como efectos indirectos sobre estas comunidades podríamos destacar que el aumento de los niveles de inmisión (NOx y plomo) podría generar necrosis, clorosis y descensos en la productividad. Además, si se utiliza sal para el mantenimiento de la vía en zonas de bajas temperaturas, se puede llegar a provocar una salinización de los suelos favoreciendo las especies halófilas en detrimento de la vegetación natural. Los herbicidas que puedan emplearse en las tareas de mantenimiento tienen una acción local y selectiva. Además se incrementan los niveles de riesgo, incendios y pisoteo, como consecuencia del aumento de la frecuentación.
- Fauna. Las poblaciones de fauna pueden verse afectadas por el efecto de corte en sus movimientos, por cambios de hábitat por modificaciones en suelos, agua y vegetación, por la erradicación o pérdida de zonas de reproducción y/o alimentación, por el incremento de la frecuentación que produce molestias en zonas de reproducción, por el aumento de la caza y/o furtivismo,... Los grupos más afectados suelen ser los vertebrados, anfibios, reptiles y mamíferos y los invertebrados terrestres. De hecho, este factor ambiental es el que suele verse más perjudicado.

4.3 Efectos ambientales particulares sobre la fauna

Dentro de los efectos más importantes y particulares de las obras lineales, son los que puede sufrir la fauna. Entre ellos destacan:

4.3.1 Atropellos

Millones de vertebrados, aves, reptiles, mamíferos y anfibios, mueren cada año por los vehículos que viajan por las carreteras. Especialmente vulnerables a los atropellos son los carnívoros con un territorio grande como los lobos y los osos pardos y los animales de movimientos lentos como las tortugas y salamandras. El diseño correcto de los pasos para fauna (inferiores o superiores) puede disminuir este efecto.



Por ejemplo, el ocelote, un felino en peligro de extinción en USA, se ha reducido a solamente 80 individuos en los últimos años.

Los atropellos afectan también a los humanos. De hecho, cada año, más de 200 motoristas mueren y millares más sufren heridas como consecuencia de la colisión de sus vehículos con animales en USA. La industria de seguros estima que los costes anuales son de unos 200 millones de dólares, los motoristas individuales pagan una media de 2.000 \$ en reparar sus vehículos cada vez que colisionan con un venado.

4.3.2 Efecto barrera

Es un problema particular para las especies migratorias o que siguen rutas fijadas a través del paisaje. Afecta de dos maneras diferentes, pues por ejemplo algunas especies no son capaces de sobrevivir al paso a través de ellas y mueren atropelladas o en otros casos los factores de comportamiento pueden disuadir a un animal a que cruce a pesar de su capacidad teórica para hacerlo. Por ejemplo, se ha visto que los pequeños mamíferos no suelen cruzar las carreteras pavimentadas más anchas de 20-25 m a pesar de que podrían viajar espontáneamente distancias mayores. El grado en el que estas barreras son permeables depende de la cantidad de tráfico. Las principales carreteras con flujos de tráfico alto son menos permeables que las de bajo tráfico y las estrechas con alta densidad de tráfico pueden ser barreras mayores que las anchas. Para evitar este efecto suele diseñarse pasos para fauna (inferiores o superiores)

4.3.3 Pérdida de hábitats

Es un efecto permanente y severo y es la principal amenaza para mamíferos y aves, dando lugar además a mortalidad y desplazamiento de especies, y tiene implicaciones para la riqueza y diversidad de especies.



El oso pardo americano, una especie en peligro en USA, está confinado ahora en menos del 2% de su territorio anterior al sur de Canadá.

Sólo quedan dos robustas poblaciones del linco que hace años poblaba las zonas forestales de Maine a Oregón.

La rana de patas rojas, una especie en peligro en USA, ha desaparecido del 99% de su hábitat en el valle Central de California.

Un anfibio en peligro en California, el sapo Arroyo, tan sólo se encuentra ya en zonas muy remotas.

Otra especie silvestre, el “gallo de las praderas”, se ha reducido a tres poblaciones (42 animales) en Tejas.

4.3.4 Fragmentación del hábitat

La ruptura de una unidad de hábitat en un número de unidades más pequeñas y aisladas afecta directamente a las poblaciones de fauna. El tamaño del fragmento afectará a la tasa de emigración y la de extinción, donde se ha visto que la inmigración aumenta con el tamaño del fragmento y en cambio la extinción disminuye. Esta fragmentación del hábitat dará lugar a cambios en la composición de la comunidad, con pérdidas de la diversidad genética, pérdidas de especies características, dinámicas de poblaciones afectadas, aumento del aislamiento, subdivisión de poblaciones, creación de nuevos hábitats,...



¿Crees que la fragmentación puede ser beneficiosa?

Pues ciertamente, en algunas ocasiones y para algunas especies se ha visto que un mayor grado de fragmentación del hábitat puede ser beneficioso.

¿Sabes por qué?

Pues la razón es que puede llegar a ser más fácil e implica menos energía defender de depredadores un territorio pequeño. Por ejemplo, en estudios realizados en USA se vio que la hembra de ratón de pradera *Microtus pennsylvanicus* fue más numerosa en hábitat fragmentados, particularmente en la época de procreación, pues era más fácil defender los territorios de cría.

Como ves, queda claro que definir un efecto como negativo a priori puede conllevar errores, pues dependerá de la especie concreta que tengamos en nuestro territorio. De hecho eso pasa con la fragmentación, que a pesar de que generalmente siempre es un efecto negativo, en ocasiones podría considerarse beneficioso para alguna especie concreta.

4.3.5 Insularización

Se produce como consecuencia de la reducción del hábitat y de la fragmentación y el aislamiento. Se da cuando la distancia entre áreas de hábitats similares aumenta, afectando la movilidad y la capacidad de dispersión de las especies asociadas con él. El efecto de aislamiento genético de especies se da en hábitats que se vuelven tan aislados para sus especies que cesan las interacciones entre las poblaciones. Como consecuencia de la insularización se producen pérdidas de especies sobre las cuales depende la ecología de otras especies, se reducen las poblaciones, aumenta la probabilidad de invasión por especies no características,...

4.4 Efectos ambientales particulares sobre el medio social

También el medio social y humano sufre efectos importantes por las obras lineales. Entre ellos destacan:

4.4.1 Demografía

Suelen producirse alteraciones sobre la estructura demográfica tanto en fase de construcción (migración de mano de obra que altera la pirámide de población o su distribución demográfica) como en fase de funcionamiento. La existencia de la vía puede dar lugar a un movimiento de habitantes, tanto inmigración como emigración. No es una



consecuencia directa de la existencia de la vía, sino un acto voluntario posibilitado y potenciado por la nueva estructura. Además la distribución espacial de la población puede cambiar. De hecho, los cambios de propiedad causados por las expropiaciones de terrenos pueden desplazar a individuos de su lugar de residencia, trabajo o entorno social, modificando la distribución espacial de población.

4.4.2 Alteraciones de la población activa

En fase de construcción se genera mano de obra, que puede alterar la distribución por sectores de la población activa, la tasa de dependencia y las tasas o índices de desempleo. En fase de explotación se suelen generar empleos sobre todo por los servicios de mantenimiento.

La economía de la zona puede verse claramente afectada por expropiaciones y por alteraciones en la actividad agropecuaria y forestal (tanto por pérdida como por dificultades de acceso a las explotaciones agrícolas o ganaderas, o incluso por disminución de la productividad). Sin embargo también puede verse favorecido el sector secundario o terciario, por ejemplo si la construcción y las tareas de mantenimiento generan mano de obra directa o indirecta.

4.4.3 Alteraciones sobre la salud

Puede incrementarse las tasas de enfermedad por un aumento de los niveles de contaminantes atmosféricos, generarse efectos fisiológicos psico-sensoriales y psico-sociales a causa del incremento de ruido y modificaciones en el riesgo de accidentes por los cambios que se producen en las condiciones de conducción.

4.4.4 Alteración en los modos de vida

Una comunidad rural aislada se verá afectada por la presencia de obreros e individuos de otras comunidades y con otros sistemas de vida. Esto es especialmente importante en zonas de alta montaña.

4.4.5 Patrimonio histórico y vías pecuarias

Los elementos del patrimonio histórico pueden verse afectados directamente por la construcción o indirectamente por efectos de los niveles de inmisión atmosféricos (especialmente SO_2 y NO_x). Las vías pecuarias pueden verse interceptadas por la infraestructura si no se articula una servidumbre de paso.

5 Cierre

Con este objeto de aprendizaje hemos determinado los efectos ambientales más comunes que suelen producirse en la fase de construcción y de funcionamiento de una obra lineal.



En primer lugar hemos **definido las acciones de la fase de construcción y de funcionamiento más comunes.**

Estas acciones conllevan siempre una emisión o vertido de diferentes contaminantes (polvo, emisiones gaseosas, herbicidas, sales, aceites, grasas, ruido,...) que provocan diferentes **efectos ambientales** en los ecosistemas.

Además otros factores ambientales como el clima, suelos, geología, paisaje o vegetación pueden sufrir efectos directos o indirectos.

Suele ser la fauna el factor ambiental que sufre los efectos más llamativos y significativos, como el efecto barrera, los atropellos, la pérdida de hábitat, la fragmentación e incluso la insularización.

Y tampoco hay que olvidar los efectos negativos y positivos que puede sufrir el medio social y económico, tanto en la demografía como en los factores socioculturales y en los económicos.

6 Bibliografía

[1] Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. BOE núm. 296, de 11 de diciembre de 2013. Referencia: BOE-A-2013-12913.

[2] Romero, I., 2014. Introducción a la evaluación de impacto ambiental. Universitat Politècnica de València. ISBN: 978-84-9048-227-8.

[3] Romero I., 2019. Efectos ambientales en la fase de construcción. Artículo docente. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/118400>