

### **2.1.6 Impactos en la Calidad del Aire**

La emisión de contaminantes por vehículos ocasiona impactos alrededor de todo el mundo y contribuye de manera agigantada a la contaminación atmosférica generada por los seres humanos.

La reducción de la contaminación del aire a escala mundial requiere de iniciativas de políticas nacionales y cooperación internacional.

La contaminación del aire, producto del tráfico debe ser considerado por todos los proyectos, incluyendo caminos nuevos o el cambio de capacidad en caminos existentes. El nivel de esfuerzo y grado de urgencia para la evaluación de la calidad del aire debe estar relacionada a los estándares de cada país y a las condiciones locales.

Cuando los motores de vehículos son una fuente mayor de problema, o están supuestas a ser una, la evaluación de la calidad del aire es esencial.

La raíz de los problemas, no sólo por el uso de la combustión interna de los automóviles, sino también por:

- Operación de plantas industriales
- Generación de poder
- Calor
- Eventos naturales, tales como erupciones volcánicas

Estos emisores deben ser contabilizados a través de una evaluación de las emisiones en el camino; el significado de la carga total de contaminantes asociado con el tráfico no puede ser determinada, sin que puedan ser evaluados los impactos acumulativos y sin la prevención de los mismos.

La evaluación del nivel del proyecto debe identificar los contaminantes más peligrosos y los lugares donde pueden exceder los niveles aceptables

Las causas de la contaminación en la corriente de tráfico deben ser identificadas, desde el conocimiento de los efectos que pueden ocasionar, especialmente a nivel regional, en la selección de estrategias de mitigación. Es importante determinar si aumenta principalmente a través de la gasolina o diesel de los vehículos, si se puede determinar el tipo de vehículo y si es producido por todos los vehículos de un tipo específico o por un pequeño porcentaje de vehículos en mal estado.

#### **2.1.6.1 Contaminantes del Aire**

En Honduras, la contaminación del aire en caminos rurales se presenta básicamente en dos tipos: polvo y contaminación por combustión vehicular.

En la etapa de construcción del camino, el polvo puede llegar a convertirse en un contaminante importante para las comunidades cercanas, debido al alto tráfico de maquinaria. Muchos de los caminos pueden tardar hasta dos años en construirse, por lo cual debe darse prioridad a la construcción rápida del mismo, a fin de minimizar los impactos negativos, tales como enfermedades en las vías respiratorias y de la piel en la población.

En los caminos rurales la contaminación por gases vehiculares es bastante baja, comparado con las carreteras principales; pero la contaminación del aire en general, puede darse a través de varias fuentes, las cuales emiten al aire gases que se convierten en contaminantes primarios o secundarios, dependiendo de la forma de reacción química por la que suceden.

Los principales productos de la combustión de los carburantes del motor son el dióxido de carbono y el agua, pero las ineficiencias y las altas temperaturas inherentes provienen también de la producción de otros contaminantes de efectos variables. Los mayores contaminantes de significación en la calidad del aire a través de emisiones vehiculares son“:

- *Oxidos de Nitrógeno (NOx)* La mayoría de los NOx en las emisiones vehiculares se encuentran en la forma de NO (óxido nítrico), este es producto de la combustión de la gasolina bajo condiciones de extremo calor y presión. Una vez que sale del escape del automóvil, el NO es oxidado y se convierte en NO<sub>2</sub>. En conjunción con el SO<sub>2</sub>, el NOx juega un rol importante para la formación de ácidos en la atmósfera. El NOx también reacciona con los hidrocarburos en presencia de la luz solar para producir “smog” fotoquímico.
- *Hidrocarburos (HC)*. Estos son producidos por la combustión incompleta de la gasolina y su evaporación. Su producción está fuertemente influenciada por la composición de la gasolina. Los hidrocarburos incluyen cientos de sustancias químicas orgánicas, la más conocidos son el benceno y el etileno. Los hidrocarburos se combinan con los NOx para producir “smog” fotoquímico.
- *Monóxido de Carbono (CO)*. El monóxido de carbono es producto de la combustión incompleta. El diesel produce emisiones más bajas de CO y HC que la gasolina.
- *Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)*. La tasa de emisión de SO<sub>2</sub> está directamente ligada al contenido de azufre de la gasolina. El diesel produce más SO<sub>2</sub> que la gasolina. En conjunto con el NOx, el SO<sub>2</sub> está involucrados en la formación de ácidos en la atmósfera.
- *Partículas* Las partículas incluyen partículas suspendidas producto de la combustión del diesel, materiales producidos por las llantas, frenos, el uso que se le dé al camino y el polvo.
- *Plomo (Pb)*. Agregado a la gasolina para aumentar la tasa de octanaje y ayudar a la lubricación de los componentes, éste entra a la atmósfera como un polvo fino, el cual se dispersa fácilmente y se localiza en cualquier superficie disponible.
- *Aldehidos*. Los aldehidos, incluyendo los formaldehidos, son un grupo grande de contaminantes. Son producidos por el diesel, y en menor grado por la combustión de la gasolina.
- *Contaminantes Secundarios*. Muchos contaminantes primarios son transformados a contaminantes secundarios y terciarios, a través de varias reacciones químicas ligadas a factores meteorológicos, temperatura del aire, humedad y la topografía del sitio. Un ejemplo de estas reacciones es la unión del NOx y HC en presencia de la luz solar producen ozono (O<sub>3</sub>), que aunque es beneficioso en la estratósfera, es nocivo a nivel de la tierra.

En adición a las emisiones, producto de los vehículos, el polvo puede también tener impactos mayores en la calidad del aire en un proyecto de caminos.

En nuestro país, la ONG Aire Puro se ha preocupado por la mitigación de la contaminación del aire a nivel nacional, por lo que ha realizado mediciones de emisiones de gases contaminantes, junto con otras instituciones, tales como SOPTRAVI y la SERNA. Además, esta ONG hizo la Propuesta del Reglamento de Emisiones Vehiculares, el cual ya fue aprobado y entrará en vigencia el día 13 de enero del 2001.

#### **2.1.6.2 Dispersión de los Contaminantes**

La dispersión de los contaminantes se debe a los siguientes factores:

➤ *Factores Meteorológicos:*

*Temperatura.* Fomenta la perturbación y alteración del ambiente por evaporación de los gases emitidos por los vehículos.

*Dirección del Viento.* La concentración de los contaminantes depende de la ubicación en que la corriente de se presente: es más grande “vientos abajo” del camino. Las fuentes de contaminación “vientos arriba” del camino deben ser consideradas en la evaluación de contaminantes del sitio del camino.

*Condiciones del Tiempo.* La velocidad del viento, la lluvia, la humedad y temperatura tienen efectos en la tasa de dispersión de contaminantes, es decir que el clima influye en la forma en que los contaminantes se presentan y el tiempo en que toman lugar.

*Topografía.* La formación del terreno del camino puede afectar la dispersión, desde barreras físicas para modificar la velocidad y dirección del viento hasta la modo en que los contaminantes se presentan

- *Vegetación a lo largo del Camino.* La altura y densidad de las plantas a lo largo del camino determina su habilidad de filtración de contaminantes del aire.
- *Distancia del Camino.* La concentración de contaminantes se reduce a través del incremento en la distancia del camino.

#### **2.1.6.3 Determinación de la Naturaleza y Escala de los Impactos en la Calidad del Aire**

La evaluación de los impactos potenciales de la contaminación del aire en el desarrollo del camino propuesto requiere la determinación de los niveles de contaminación: a) antes del desarrollo del camino propuesto, especialmente de las condiciones existentes; b) en el futuro, asumiendo que el proyecto no se realiza; y c) en el futuro, asumiendo que el proyecto se desarrollará. En los tres casos, la evaluación requiere de lo siguiente:

- *Volumen de Tráfico.* El factor clave en las emisiones de aire es el volumen de tráfico (medidas como vehículos-kilómetros por hora por tipo de vehículo).
- *Composición del Tráfico.* Un porcentaje del número de vehículos por tipo.

- *Velocidad del Tráfico.* La velocidad promedio de los vehículos, con una indicación de la consistencia de la velocidad (grado de congestionamiento vehicular)
- *Dinámicas de dispersión.* Nombradas anteriormente.
- *Niveles de Emisión Vehicular, por contaminante mayor.* Indicadores útiles pueden ser las emisiones anuales; las concentraciones horarias pico y el valor diario excedido una vez al año.
- *Superficie del camino.* Si el camino es pavimentado o no existe diferencia en la cantidad de polvo generado.
- *Ejecución y evaluación de un inventario de emisiones.* Debe realizarse un estudio del tipo de fuente que proviene el contaminante, la composición de las emisiones y en la medida de lo posible, las tasas de emisiones.
- *Registro de Emisiones Vehiculares.* Debe realizarse en todo tipo de automóvil, ya sea liviano, pesado, gasolina o diesel. Asegurarse que los mismos se conducen a una marcha mínima y no afectan la circulación de los demás vehículos.

Una vez los niveles de contaminación actual y proyectada han sido determinados, las comparaciones pueden ser hechas con los estándares industriales, regionales y nacionales de la calidad del aire.

## **2.1.7 Medidas de Mitigación en la Calidad del Aire**

### **2.1.7.1 Prevención**

Los impactos de la contaminación del aire a través de los motores de los vehículos pueden ser prevenidas por medio de rutas de tráfico alejadas de las áreas pobladas y reduciendo la congestión vehicular. Como regla general, evitar los sitios densamente poblados significa menos impactos potenciales y necesidades reducidas para las medidas de manejo de tráfico.

Las mejoras a los proyectos de diseño específicos para evitar la contaminación del aire a través de los motores de los vehículos incluyen:

- Seleccionar alineamientos de caminos que eviten el paso en casas, escuelas y lugares de trabajo.
- Proveer suficiente capacidad para evitar la congestión del tráfico, aún con un incremento proyectado en el flujo de tráfico. La disposición en el manejo del tráfico debe asegurar que los vehículos operan con eficiencia en áreas pobladas.
- Evitar los lugares de intersecciones congestionadas, y túneles abiertos, asimismo casas abiertas, escuelas o lugares de trabajo.
- Tomar en cuenta la dirección del viento y las características de los caminos, incluyendo las estaciones de gasolina y los centros de poblaciones cercanas.

Las estrategias nacionales y regionales y las medidas regulatorias relacionadas a la contaminación del aire deben formar parte de los planes de acción ambientales o de una estrategia de calidad del aire para una ciudad más grande. Estos planes pueden tener influencia en las condiciones base a nivel del proyecto, y por la tanto, relevantes para proyectos individuales. Las medidas pueden incluir políticas, regulaciones, cargos y programas de refuerzo.

### **2.1.7.2 Mitigación**

En cuanto a contaminación del aire, las medidas de mitigación a tomar incluyen:

1. Señalización de sitios de construcción cercanos a comunidades, a fin que los vehículos y maquinaria utilizada reduzcan la velocidad para evitar grandes cantidades de polvo.
2. Brindar mantenimiento adecuado a la maquinaria utilizada para evitar que la combustión de la misma envíe contaminantes dañinos al ambiente.
3. Plantar vegetación alta y densa entre asentamientos humanos y caminos para filtrar los contaminantes

### **2.1.7.3 Compensación**

En el caso de caminos rurales, cuyo tránsito sea a través de comunidades rurales, debe adaptarse las especificaciones del camino a un tratamiento como calles urbanas o semiurbanas (revestimiento de cunetas, colocación de túmulos en el paso por centros educativos u hospitalarios, reemplazo de tubería de agua potable dañada en la preparación del derecho de vía), con el propósito de promover la eficiencia en el tráfico y la seguridad.

## **2.2 Medio Biológico**

### **2.2.1 Impactos en Áreas Protegidas y Vida Silvestre**

Los impactos se refieren a toda alteración en la biodiversidad de especies y ecosistemas en un área determinada. Áreas de alta biodiversidad son valoradas como almacenes de material genético que forman la base de innumerables clases de alimentos, medicinas y otros productos. Cuanto más especies existan, más grandes serán los recursos disponibles para la adaptación y el uso humano.

#### **2.2.1.1 Impactos Directos**

##### *Pérdida del Hábitat*

Cuando los nuevos caminos interceptan hábitats, el área ocupada por el camino y los bancos de préstamo, se ven disminuidas del área total del hábitat disponible para flora y fauna.

##### *Fragmentación del Hábitat*

Cuando un camino corta un ecosistema, se disminuye el área total del mismo, además, los caminos producen fragmentaciones en los ecosistemas, los cuales se caracterizan por su complejidad, relaciones de interdependencia entre las especies que los componen y su ambiente físico, y la integridad de los ecosistemas se basa en el mantenimiento de estas interacciones. Por el corte del hábitat, los caminos afectan la estabilidad del ecosistema y su salud.

Los caminos tienden a fragmentarse en sub-unidades ecológicas más débiles, haciéndolas más vulnerables a las invasiones y a la degradación. Un ejemplo de estos, lo constituyen los caminos de acceso a centros de visitantes en áreas protegidas.

Los ecosistemas y los caminos pueden co-existir si la relación es construida en un plan de cuidado y mantenimiento, como es el caso de La Muralla, donde por la existencia de quetzales deberían existir restricciones de velocidad para los vehículos.

### *Restricciones en Corredores*

Honduras es signatario de un Convenio denominado Corredor Biológico Mesoamericano, el cual comprende ocho países de la Región: Honduras, Belice, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y México.

Todo camino que se planifique en las áreas que comprende el Corredor deberá tener un tratamiento especial, y en su aprobación deberá participar las instituciones de AFE-COHDEFOR(DAPVS) y SERNA (DIBIO), como responsables en el país.

Estas restricciones de construcción deben realizarse para minimizar el impacto de los flujos migratorios de las diferentes especies de flora y fauna dentro de los corredores biológicos.

Cuando un camino intercepta o bloquea un corredor de vida silvestre, el resultado es la interrupción del uso del corredor porque los animales son incapaces de cruzar el camino, un incremento en la mortalidad debido a colisiones con vehículos, o un retraso en la migración que podría dar como resultado la debilidad o desaparición de una generación entera de la población.

Algunos animales forman parte de la zona por donde atraviesa el camino. esto por varias razones: protección de depredadores, suministro de mejor alimento, mejores condiciones de traslado, entre otras cosas. Esto, a menudo es superado por la muerte accidental y la caza ilegal.

### *Daños en el Hábitat Acuático*

En Honduras, muchos de los caminos rurales no tienen puentes, sino que utilizan vados, con los que afectan la vida acuática del sitio, ya que la presencia de vehículos y personas que transitan la zona provocan estrés, y con ello la extinción de las especies.

El desarrollo de caminos tiene quizás mayores efectos en los ecosistemas acuáticos. La erosión de sitios pobremente contruidos y rehabilitados pueden superar la socavación aguas abajo, alterando las camas de huevecillos de peces. La disminución de flujos de cursos de agua puede hacer la corriente demasiado rápida para algunas especies. Las alteraciones en los ciclos de fluidos, el aumento del caudal y los niveles de agua pueden confundir las dinámicas del hábitat, influyendo en el ciclo de vida del plancton y teniendo efectos en el resto de la cadena alimenticia.

La recanalización de los cursos de agua se comienza a menudo como parte de la construcción del camino para evitar inundaciones y hacer estructuras de cruce más simples. En el proceso, los lechos naturales del río son excavados y las obstrucciones, junto con las grandes rocas son removidas. Frecuentemente, el resultado es un canal recto y sin características, que podría ser un evacuador eficiente de agua, pero ser poco favorable para remolinos, áreas de sombra y turbulencia para la salud y existencia de muchas especies acuáticas.

Los caminos podrían servir como barreras para el movimiento de algunas especies acuáticas. El bloqueo o restricción de la migración de peces es extremadamente importante y necesita ser evaluado por cada proyecto.

### *Interrupción del Ciclo Biogeoquímico*

El flujo de nutrientes y materiales es una determinante en la estructura del ecosistema y sus funciones, y el desarrollo de caminos puede fácilmente desordenarlo a través de la alteración de flujos superficiales y subterráneos, de la remoción de la biomasa y la relocalización del suelo superior. También, la actividad humana puede ser una fuente mayor de nutrientes (desechos y suelo superior erosionado) ya que aumenta la turbiedad y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) del agua hasta el punto que ciertas especies acuáticas simplemente, no pueden sobrevivir.

Los impactos potenciales de la alteración del ciclo biogeoquímico pueden estar en un ecosistema que puede ser desigual, y estimado una vez que la naturaleza de la alteración ha sido establecida, basado en los datos de erosión y fertilidad del suelo, y la actividad humana anticipada, entre otras cosas. Un entendimiento del régimen de los nutrientes y flujo de energía de los ecosistemas afectados es esencial.

Uno de los casos que se presentan en Honduras es el de la carretera de Olanchito, Yoro, en donde se planificó la pavimentación de la misma para el presente año, pero en su evaluación geográfica se identificó que estaría afectando el hábitat del colibrí esmeralda hondureño (*Amazilia luciae*), el cual es una especie endémica, por lo que se procedió a la realización de un Estudio del Estado del Colibrí Esmeralda en la zona. Hasta el momento se han identificado otros sitios donde se encuentra la especie, que se encuentran cercanos a la realización del Proyecto. En este estudio está participando la Unidad de Gestión Ambiental (UGA-SOPTRAVI) y la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), quienes no han determinado aún las acciones a seguir en cuanto a la realización o no-realización del Proyecto.

#### **2.2.1.2 Impactos Indirectos**

En muchos casos, los impactos indirectos son más dañinos que los directos, y sus efectos pueden ser sentidos más lejos, algunas veces a varias docenas de kilómetros del camino. Cuando el camino provee accesos a las áreas donde la actividad humana no ha ejercido presión, la evaluación ambiental debe tomar en cuenta que estos efectos frecuentemente llegan a estos sitios. Algunos de los impactos indirectos encontrados son:

### *Accesibilidad*

Los caminos incrementan el contacto entre los humanos y el ambiente natural, que en la mayoría de los casos sobrepasa las modificaciones al ecosistema. La penetración en áreas no modificadas los hace disponibles para el alojamiento de las actividades humanas, como recreación, bosque y explotación de minerales para la colonización y urbanización.

### *Desequilibrio Ecológico*

La importación de especies de plantas y animales nuevas a lo largo de la recta del camino puede obstaculizar el balance dinámico que existe en los ecosistemas. La competencia y de las especies nativas por recursos con las nuevas especies, y la relación presa-depredador puede ser alterada, a menudo ser un inconveniente para las especies nuevas. Las especies no nativas pueden ganar ventaja competitiva, por la carencia de controles naturales y llega a ser dominante. El resultado es usualmente un ecosistema simplificado que es más vulnerable al incremento de los impactos.

### *Contaminación del Sistema Biótico*

La presencia de vehículos introduce la contaminación potencial del suelo, aire y agua adyacentes al camino, y en el caso de aguas superficiales, va más allá de los alrededores. La contaminación crónica puede llegar a ser un problema serio para especies animales, especialmente, aquellas que se encuentran en la parte superior de la cadena alimenticia, por la bioacumulación de contaminantes.

### *Incendios*

El incremento en las actividades humanas está a menudo asociado con incidentes frecuentes de incendios, que pueden tener repentinos, severos e impresionantes impactos.

### *Transmisión de Enfermedades*

Los caminos son vectores efectivos de la irrigación de enfermedades, que pueden tener impactos marcados en las poblaciones de especies de animales y plantas. Con la carga de enfermedades, la flora y fauna, pueden ganar accesos fáciles en áreas donde no existe vida silvestre a lo largo de los corredores del nuevo camino. El transporte de productos almacenados y plantas, tales como madera, alimento para animales y frutas, podrían también evitar la propagación de enfermedades.

## **2.2.2 Determinación de la Naturaleza y Escala de los Impactos a la Vida Silvestre**

La evaluación de los impactos ambientales potenciales deben tomar en cuenta: a) la extensión del desarrollo del camino propuesto, b) la duración del período de construcción, y c) las características del ambiente natural local a través del paso del camino.

### *Extensión del Proyecto*

Las especificaciones de diseño para el proyecto del camino propuesto exponen los detalles, como ser el ancho y la recta del camino, la cantidad de material de corte y relleno, el número y la localización de los cruces de agua, el tipo de estructuras del cruce de cuerpos de agua, y el grado de alteración del agua subterránea esperada, asimismo el aumento o la disminución de los niveles de agua. Generalmente, cuanto más grande es el área afectada, más significativo es el impacto.

### *Duración del Período de Construcción*

Las actividades de construcción intensas y correctamente enfocadas terminan en un corto período de tiempo, generalmente tienen menos efectos a largo plazo que aquellos que son menos intensos, pero que son propagados en períodos largos. Como regla general, los períodos de construcción que no exceden el ciclo de reproducción anual de organismos clave (especies de peces, por ejemplo) usualmente tienen menos impacto que otros proyectos que abarcan otras generaciones.

### *Evaluación de los Sistemas Afectados*

Una evaluación de los ecosistemas o de los que serán interceptados por un camino tiene dos objetivos. a) tener un inventario y descripción de los organismos existentes con relación a la función que puede ser cambiada por un camino, y b) determinar la sensibilidad de las áreas y los tipos de cambios que se esperan. Cuando sea posible, estas evaluaciones deben ser completadas al nivel de la cuenca o la estructura de drenaje en la que el proyecto está localizado.

### *Caracterización*

Los componentes descriptivos de la evaluación deben comprender:

- Un inventario de los recursos bióticos y abióticos, así como su distribución geográfica. Este puede ser auxiliado por medio de investigaciones realizadas por científicos o instituciones interesadas en el tema, y por la utilización de bases de datos de computadoras e inventarios biológicos que están disponibles en organizaciones a nivel nacional e internacional
- Una estimación de la productividad (fertilidad del suelo para ecosistemas terrestres y la densidad para los acuáticos)
- Una descripción de las asociaciones de especies y sus relaciones, biodiversidad y cadena alimenticia
- Un listado de especies raras o vulnerables
- Una estimación del significado ecológico que implica la importancia en los trabajos de naturaleza a gran escala
- Una descripción de las necesidades de los recursos de las especies –el ciclo biogeoquímico y la cadena alimenticia deben ser considerados

## *Sensibilidad*

Una vez que la extensión del proyecto es conocida, y la caracterización de los componentes ambientales afectados del área está completa, la sensibilidad de los ecosistemas frente a los cambios propuestos puede ser evaluada a través de la consideración de:

- Experiencia previa en los cambios (evidencia de erosión del suelo, invasión de especies no nativas, simplificación de ecosistemas).
- Efectos probables en especies que son instrumentos para la formación y el mantenimiento del hábitat, y que ofrecen conexiones cruciales con la cadena alimenticia, y que son vulnerables (en especial las especies raras y las dependientes de un recurso en particular), que sus corredores han sido interceptados por el camino propuesto y de quienes el uso del recurso será afectado por el desarrollo del proyecto.

## *Uso de Especies o Grupos Indicadores*

Dada la variedad de especies de plantas y animales presentes en la mayoría de ecosistemas, así como la complejidad en sus relaciones, es casi imposible evaluar la susceptibilidad del daño del desarrollo de un camino sin un conjunto de datos a investigar. Las especies más pequeñas son difíciles de caracterizar. Una solución práctica es el uso de indicadores. Los indicadores son atributos físicos, químicos o biológicos que proveen alguna indicación de salud de un sistema ecológico. Los indicadores se pueden determinar por medio de cuatro grupos:

- i. *Indicadores de Respuesta*, que proveen evidencia de la condición biológica en los organismos, la población, la comunidad, el ecosistema, o el nivel de desplazamientos, especialmente, en la biodiversidad.
- ii. *Indicadores de Exposición*, que indican la presencia de un organismo que provoca estrés, especialmente el nacimiento de algas.
- iii. *Indicadores de Hábitat*, que son usados para caracterizar las condiciones necesarias para soportar un organismo, población o ecosistema.
- iv. *Indicadores de Estrés*, que son procesos naturales, o acciones de manejo que producen cambios en la exposición y en el hábitat, especialmente la calidad del agua.

La evaluación adecuada del estado de un ecosistema entero recae en el monitoreo de indicadores de cada grupo. Los indicadores deben ser seleccionados para representar varios niveles de organización dentro de un ecosistema.

Los indicadores son de uso limitado en la predicción de impactos directos, pero pueden ser utilizados para describir las condiciones, asimismo mostrar la dirección y las responsabilidades ambientales; por lo tanto contribuyen en la base de los estudios y en el monitoreo.

### *Evaluación Rápida*

La evaluación rápida es una herramienta útil para estimar que la complejidad del ambiente es tan grande, o el tiempo disponible es tan limitado, que un estudio a gran escala no es posible.

Expertos en el campo de ecología, geología e hidrología, utilizan estudios base de la zona, de la misma forma que lo hacen los usuarios tradicionales del ambiente local natural, quienes tienen información valiosa de primera mano y conocimientos de los lugares que se encuentran a sus alrededores. Estos proveen inventarios de las especies y la estructura del ecosistema, así como su función y sensibilidad. Investigaciones, entrevistas y reuniones a distintos grados de formalidad son componentes comunes para la elaboración de una evaluación rápida.

La riqueza de la información recopilada es considerada en el contexto del diseño de las especificaciones del camino y en el impacto inicial identificado en la evaluación. En la etapa final, la evaluación se encuentra disponible para ser comentada y ajustada si fuera necesario. El resultado es una evaluación relativamente rápida y precisa, basada en el consenso multidisciplinario.

### *Modelo de Ecosistemas*

Mientras los sistemas ecológicos no son tan entendidos como los descritos por las ciencias físicas, esta técnica puede tener aplicaciones en la evaluación de los impactos potenciales. El modelo de ecosistemas complejos puede envolver la combinación de varios modelos de diferentes disciplinas. Por lo tanto, los impactos resultantes de la introducción de un contaminante en agua subterránea en ciertos peces podrían ser evaluados utilizando modelos hidrológicos para simular la entrega de los contaminantes a los peces, y un modelo biológico para determinar las consecuencias a largo plazo de la mortalidad resultante en la población de peces.

Las computadoras son a menudo usadas en los modelos ambientales, y el desarrollo de nuevos modelos computacionales continúa.

### *Fuentes de Información Útiles*

Cada evaluación debe hacer uso de documentos disponibles, incluyendo topográficos, pedológicos (suelo), de vegetación y mapas climáticos; estudios científicos y técnicos; reportes de investigación; fotografías aéreas o satelitales; inventarios biológicos y bases de datos en computadoras. Esta información debe estar disponible en los centros de investigación, instituciones especializadas, universidades, departamentos gubernamentales y otras oficinas de proyectos.

Los Sistemas de Información Geográfico también son muy útiles en la visualización de las relaciones espaciales entre ecosistemas, las distribuciones de las especies, y el alineamiento del camino propuesto. Deben tener también aplicaciones en el monitoreo de los efectos del desarrollo del camino.

## **2.2.3 Medidas de Mitigación de los Impactos a la Vida Silvestre**

### **2.2.3.1 Prevención**

Cuando se planifica nuevos caminos o cambios en el ancho o alineación, los ambientes naturales sensibles deben ser identificados en una etapa temprana de la planificación del proceso, debido a eso las rutas alternas y diseños deben ser considerados. El desarrollo del camino debe ser localizado a más de un kilómetro fuera de las áreas sensibles para evitar impactos severos en la flora y fauna. Los cruces de agua deben ser minimizados, y las zonas de amortiguamiento deben ser colocadas entre caminos y cursos de agua. Las áreas de recarga del agua subterránea deben ser evitadas, y caminos grandes no deben ser construidos a través de parques nacionales u otras áreas protegidas.

La regulación de la distancia que debe existir entre las áreas protegidas y un camino no existe en nuestro país, pero en sitios como Estados Unidos, los caminos penetran al área, es decir que solamente se regula el paso de los visitantes al área.

En Honduras, cuando un camino está en etapa de planificación debe abocarse al mapa de áreas protegidas (Ver anexos) para realizar la ubicación del sitio, o en caso de no existir otra alternativa en el paso del camino, es necesario informar en las oficinas de COHDEFOR, para que dicha institución tome la resolución del caso.

### **2.2.3.2 Mitigación**

#### *Diseños del Cruce de Sección de Reingeniería de Caminos*

El cruce de sección del camino puede ser modificado para reducir los impactos en el ambiente, por ejemplo, los límites más estrechos, los alineamientos verticales más bajos, cortes y rellenos menores, pié de taludes más plano, y menos claros en la vegetación existente. Los derechos de vía más estrechos y los alineamientos verticales más bajos podrían hacer los cruces más fáciles para animales que encuentran en los caminos una barrera física o psicológica. También, el proveer líneas visuales más largas para los conductores de automóviles puede reducir colisiones con animales porque permite más tiempo de reacción.

#### *Plantar*

Plantar en los derechos de vía del camino y áreas adyacentes puede ayudar a sostener la flora y fauna local. En algunos casos, el plantar podría proveer rutas adicionales de hábitat y migración para animales locales. Las especies de plantas de las orillas del camino deben ser seleccionadas de acuerdo a la resistencia del viento o el fuego en algunas áreas. La plantación debe ser hecha con especies nativas, las cuales probablemente requieren poco mantenimiento y deben probar beneficios en el mantenimiento de la integridad del ecosistema. En casos donde las especies no nativas son consideradas esenciales, el monitoreo concienzudo debe ser planeado, para asegurar que no compiten tan exitosamente con las nativas y se disgregan incontroladamente.

### *Cruce de Animales*

El cruce de animales puede ser usado para asistir la migración de animales. En puntos importantes de cruce, los túneles o puentes para animales, a veces han sido usados para reducir las tasas de colisión, especialmente para especies protegidas o en peligro. Los túneles son a veces combinados con estructuras hidráulicas. Estas medidas son caras y usadas sólo en algunos lugares donde son justificadas (por la importancia de la población del animal y la ruta de cruce) y capaces de evitar el daño (con relación al costo de proyecto y los fondos disponibles)

### *Cercado*

El cercado o las barreras de plantas pueden reducir el riesgo de colisiones entre animales y vehículos. En algunos casos, el cercado semi-permeable es usado para excluir especies que son más probables a estar involucradas en colisiones, al mismo tiempo que deja menos especies problemáticas. Los cercos pueden interferir en las formas de emigración a lo largo de la ruta

El cercado puede también, en algunos casos, interferir en las relaciones depredador-presa, permitiendo que los depredadores ganen ventajas significativas, ya que las rutas de escape de la presa están restringidas.

### *Cruces de Agua*

Los ecosistemas acuáticos son particularmente sensibles al desarrollo del camino, por ello la re canalización de la corriente debe ser evitada, pero donde se realiza, deben ser construidos muros para recrear la diversidad del canal perdido. Se requiere de atención especial para técnicas de control de erosión cerca de los cursos de agua.

### *Medidas para el Control del Tráfico*

La reducción de los límites de velocidad debe disminuir la tasa de colisiones entre vehículos y animales. Algunas jurisdicciones adaptan límites de velocidad más bajos, particularmente en la noche y en áreas de cruce frecuente de animales en lugares donde los corredores del animal cruzan el camino deben también ayudar a reducir las colisiones. Los reflectores del camino deben ser usados para infundir miedo en los animales, para que se alejen de los automóviles por la noche.

En áreas sensibles, como parques nacionales, medidas de restricción adicionales serán necesarias para realizar un control del tráfico de manera adecuada.

### **2.2.3.3 Compensación**

El "banco" de fuentes ambientales es un término utilizado para describir la preservación, restauración, incremento, o aún la creación de áreas de hábitat valiosas para compensar áreas de pérdida inevitable de recursos similares. Esta es una medida que fue descrita en 1992 en los Estados Unidos, y que podría funcionar en nuestro país por medio de las áreas protegidas que se convierten en "bancos" de almacenamiento de riquezas naturales.