

Implementación de la tecnología ambiental en el proyecto vial **Implementation of environmental technology in road project**

Marta Beatriz Díaz Alvarado. Especialista Superior de Proyectos de Ingeniería. Coordinadora Ambiental.
Empresa de Proyecto de Obras para el Transporte. EPOT.MICONS. beatrizdiaz@epot.cu

Resumen

En el trabajo se propone abordar las consideraciones generales para implementar la tecnología ambiental y desde la concepción del proyecto, con el propósito de ofrecer herramientas a los proyectistas y planificadores de obras viarias en la toma de decisiones para la elección de la variante de proyecto vial, que compatibilice adecuadamente las valoraciones técnico-económicas y medioambientales. También el artículo pretende influir en la toma de conciencia y educación ambiental de diseñadores y planificadores viales, en la formación e instrucción de una nueva forma de pensar, actuar y gestionar, para enfrentar las problemáticas ambientales que plantea el desarrollo sostenible.

Abstract

This study seeks to explore general considerations to implement the environmental technology in the road construction industry since the conception of a project. The study has the purpose to offer practical tools to project designers and planners at the time to make decisions regarding the potential variables that can be used in the project. The tools offered in the study were thought taking in consideration both, technologic-economic evaluations, and environmental evaluations. In addition, this research paper has the intention to influence designers and planners of new roads in the process of gaining conscience about environmental education. The study was also developed with the purpose of inspiring a new way of thinking, acting, and solving environmental challenges, which is crucial to keep a sustainable development of the infrastructure in our country.

Palabras Claves: GESTIÓN AMBIENTAL, TECNOLOGÍA AMBIENTAL, INDICADOR AMBIENTAL.

Keywords: ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, ENVIRONMENTAL INDICATOR

INTRODUCCIÓN

La implementación de todos los mecanismos, acciones e instrumentos que posibilitan la sustentabilidad ambiental en un país es lo que habitualmente se define por Gestión Ambiental. A pesar del progreso en la formulación de políticas, planes y programas, aún no son suficientes las acciones y que con carácter preventivo se pueden desarrollar en la temática ambiental, sobre todo en sectores como el de la construcción de obras por sus características de potenciar la degradación del entorno. Entre los instrumentos de la Gestión Ambiental tenemos el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental que en la actualidad, en nuestro país, se realiza una vez terminado el Proyecto Ejecutivo, sin tener en cuenta las valoraciones ambientales de forma integral y preventiva desde la fase inicial del proyecto.

Así ocurre también en la esfera de planeamiento y diseño de infraestructura viaria, como es el caso que nos ocupa en este trabajo, que por ser obras lineales y generalmente extensas son considerables los efectos y la degradación al medio que las acciones constructivas generan. De aquí, que el objetivo que proponemos en la investigación es la de implementar la tecnología ambiental, en la Dirección de Viales de las organizaciones, que sea capaz de identificar, evaluar y seleccionar entre las diferentes variantes viales, la óptima, incorporando la dimensión ambiental con un enfoque integral desde la etapa de Anteproyecto.

DESARROLLO

La metodología que se describe podrá ser implementada en las entidades donde se elaboran planeamientos y diseños viales de nuestras empresas cubanas. Para mejor comprensión le denominamos a dicha área específica, la Dirección de Viales de la entidad, donde se designa a un trabajador (representante de medio ambiente o coordinador ambiental), que sea competente y domine

tanto la profesión ingenieril de la especialidad de viales como las consideraciones ambientales básicas y referentes a la actividad de diseño de obra.

METODOLOGÍA

1. Una vez que se haya elaborado la etapa de Anteproyecto o el estudio de Planeamiento según el caso que ocupe, con los ejes del trazado vial para las diferentes variantes viales, como establece el procedimiento técnico, el equipo de proyecto vial trabajará en conjunto con el representante de medio ambiente y elaboran la Matriz de Identificación de Efectos Ambientales (causa – efecto), teniendo en cuenta criterios de medida para la determinación de las actividades constructivas, entre las que se pueden mencionar: Estudios de topografía y geotecnia, Movimiento de Tierra, Pavimentación, Obra de Fábrica, Obra inducida, Iluminación y Señalización, Explotación, etc., y donde la otra entrada de la matriz aparecen los factores ambientales que serán afectados por el proyecto (Tabla No. 1).

Tabla 1. Matriz de Identificación de Efectos Ambientales

Factor ambiental / Actividad constructiva en obra vial	Estudio Topografía y Geotecnia	Mov. de tierra	Pavimentación	Obra de fábrica	Obra Inducida	Iluminación y señalización	Explotación
	Recursos Naturales						
Atmósfera	calidad aire	❖	❖	❖	❖	❖	❖
	ruido	❖	❖	❖	❖	❖	❖
Suelo	❖	❖	-	❖	❖	❖	-
Geomorfología	❖	❖	-	-	❖	-	-
Geología	❖	❖	-	-	❖	-	-
Hidrología	❖	❖	❖	❖	❖	-	-
Clima	-	❖	❖	❖	❖	-	❖
Paisaje	❖	❖	❖	-	❖	❖	-
Biota	vegetación	❖	❖	-	❖	❖	-
	fauna	❖	❖	-	❖	❖	-
Recursos socio-económicos	Desarrollo social						
	salud	-	❖	❖	❖	❖	-
Desarrollo económico	educación y cultura	-	❖	-	-	❖	❖ +
	población	❖	❖	❖ +	❖	❖ +	❖ +
	bienes materiales	-	❖	❖ +	-	❖ +	❖ +

Legenda:

- ❖ : Ocurrencia de efecto negativo para el factor ambiental con la actividad constructiva.
- ❖ + : Ocurrencia de efecto positivo para el factor ambiental con la actividad constructiva.

2. Los elementos de las actividades de cada etapa constructiva que se planifican en el diseño de viales y que pueden interactuar con el medio ambiente, se denominan **aspectos ambientales**. Los ejemplos incluyen el vertido, emisión, consumo o reutilización de un material, o la generación de ruido, gestión de residuo, aspectos relacionados con la flora y la fauna y la biodiversidad, uso de energía, etc. Por lo que la Dirección de Viales debe identificar los aspectos ambientales que puede controlar y aquellos sobre los que puede influir. Los cambios en el medio ambiente, ya sean adversos o beneficiosos, que son el resultado total o parcial de aspectos ambientales, se denominan **impactos ambientales**. La relación entre los aspectos ambientales y los impactos asociados, son de causa y efecto. El equipo de proyecto elabora la Matriz de Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales como se aprecia en la Tabla No. 2.

Tabla No.2-Matriz de Identificación de los Aspectos e Impactos Ambientales

Actividad	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Movimiento de tierra		
Desbroce Descortezado Excavación Terraplén Compactación Excavación en cantera Transporte del materiales etc.	1. Emisiones a la atmósfera.	1. Contaminación de la atmósfera, calidad del aire y ruido. Emisión de energía vibratoria.
	2. Uso de suelo.	2. Contaminación del suelo, erosión, cambio en la geomorfología, deslizamiento, etc.
	3. Consumo de agua.	3. Agotamiento de recursos naturales.
	4. Consumo de combustible.	4. Agotamiento recursos energéticos no renovables (fósiles).
	5. Generación de residuos sólidos.	5. Acumulación de residuos, y contaminación en lugares no autorizados.
	6. Utilización de Producción más limpia.	6. Reutilización y reciclaje de productos y materia prima que intervienen en la construcción viaria y actividades asociadas. Uso de nuevas tecnologías de innovación vial.
Pavimentación		
Nivelación Escarificación Compactación Colocación capas de pavimento Riego de pintura asfáltica	1. Emisiones a la atmósfera.	1. Contaminación de la atmósfera, calidad del aire y ruido. Emisión de energía vibratoria.
	2. Vertimientos de sustancias al suelo, y al agua.	3. Contaminación del suelo y del agua de sustancias tóxicas (hidrocarburo, aceites, etc.).
	3. Consumo de agua.	4. Agotamiento de los recursos naturales.
	4. Consumo de combustible.	5. Agotamiento recursos energéticos no renovables, fósiles
	5. Modificación en el desarrollo socio -económico	6. Positivo. Beneficios a la sociedad, por aumento de la comunicación vial.
Obras de fábrica y soluciones de drenaje		
Alcantarillas Canales Cunetas(tierra y revestidas) Sub-drenajes etc.	1. Emisiones a la atmósfera.	1. Contaminación de la atmósfera, calidad del aire y ruido.
	2. Uso de suelo.	2. Contaminación del suelo, erosión, deslizamiento, etc.
	3. Concentración de caudales y de cuencas hidrológicas	3. Inundaciones en el área no ocurridas anteriormente.
	4. Afectaciones a la hidrología superficial y subterránea.	4. No se garantiza la recarga acuífera natural.
	5. Afectaciones al paisaje, fauna y vegetación.	5. Degradación de las áreas paisajísticamente, y la biota natural.
Iluminación y señalización		
Red eléctrica de exteriores Alumbrado público Colocación de señales viales (verticales y horizontales)	1. Emisiones a la atmósfera.	1. Contaminación de la atmósfera, calidad del aire y ruido.
	2. Vertimientos de sustancias al suelo y agua.	2. Contaminación del suelo y del agua de sustancias tóxicas (hidrocarburo, aceite, etc.).
	3. Afectación de las condiciones naturales de los ecosistemas.	3. Degradación del biotopo y agotamiento de la biodiversidad de las especies.
	4. Desarrollo socio-económicos, culturales y bienes materiales.	4. Positivo. Beneficios y seguridad vial para la población.

Actividad	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Explotación vial		
Puesta en marcha y uso de la infraestructura vial.	1. Emisiones a la atmósfera.	1. Contaminación de la atmósfera, calidad del aire y ruido.
	2. Vertimientos de sustancias al suelo y agua.	2. Contaminación del suelo y del agua de sustancias tóxicas (hidrocarburo, aceite, etc.).
	3. Desarrollo socio-económicos, cultural y bienes materiales.	3. Beneficios socioeconómicos y ordenamiento vial para el territorio.
	4. Monitoreo de las medidas correctoras y de mitigación en la etapa de explotación de la obra	4. Contaminación de los diferentes factores ambientales si no se cumplen dichas medidas. Control de los impactos sinérgicos si hubiese.
	5. Desarrollo social, cultural y de bienes materiales.	5. Positivo. Aumento de la economía del territorio, bienes materiales y mejoras condiciones sociales.
Estudio topográfico e investigación geotécnica		
Apertura de caminos y trochas. Realización de calas y calicatas	1. Emisiones a la atmósfera.	1. Contaminación de la atmósfera, ruido.
	2. Uso del suelo	2. Contaminación del suelo y del agua de sustancias tóxicas (hidrocarburo, aceite, etc.). Mal uso del suelo si hay modificación del proyecto
	3. Afectaciones al paisaje, fauna y vegetación.	3. Degradación de las áreas paisajísticamente, y la biota natural.

3. Existe la metodología para el análisis ambiental de variantes que se describe en la regulación de la construcción RC-8006. Procedimiento para el análisis ambiental de variantes de proyecto vial, vigente en nuestro país, y se basa en la utilización de los indicadores de impacto ambiental para cada uno de los factores del medio ambiente que serán afectados con la inclusión del vial. Por lo que para cada inversión de infraestructura viaria se necesita cumplir esta Regulación de la Construcción. Se propone que en el caso de que no sean suficientes las informaciones ambientales para el proyectista, la Dirección de Viales, debe gestionar y tramitar por diferentes vías (a través del contrato con el inversionista, o estableciendo relaciones de colaboración con las entidades y organismos especializados que emiten dichos datos de los factores ambientales, etc.) y también establecer herramientas de gestión como por ejemplo gerencia de riesgos.

4. Se compila (a través de base de datos, registros, etc.) la información de los indicadores de impacto de cada factor ambiental para posteriormente realizar la valoración correspondiente.

5. Se elabora la Matriz de relación entre los siguientes elementos: objetivos, metas y programas (que se determinan en la Dirección de Viales, específicos para sus proyectos de obras), indicadores ambientales y la legislación, normativa ambiental y herramientas de gestión que se utilizan para la valoración de cada Aspecto Ambiental y poder determinar posteriormente la variante óptima de proyecto. Ver Tabla No 3.

Por último se deben proponer en la memoria descriptiva del proyecto terminado, las medidas preventivas y correctivas para los efectos causados por las acciones del proyecto al entorno; así como colaborar conjuntamente con las entidades autorizadas y designadas para llevar a cabo un Plan de Monitoreo durante la etapa de construcción a través del servicio que brinda el proyectista de Control de Autor.

Tabla 3-Matriz de relación entre los elementos dentro de la Dirección de Viales

Aspectos Ambientales		Objetivos	Metas	Programas	Indicadores ambientales	Normativa ambiental, herramienta gestión, Modelo y método de previsión impacto
Nombre del Proyecto:						
Emisión a la atmósfera	• calidad aire	- Reducir el nivel de emisiones atmosférica.	1. Reducción emisión a la atmósfera hasta la concent. máx. permisible	Programa de reducción de emisiones Atmosféricas.	Indicador de Impacto =Radio protección sanitaria atmosférica.	NC-39:1999 RC-8006 Modelo CALINE 4
	• ruido	- Minimizar grado de contaminación sonora.	2. Reducción contaminación sonora hasta los niveles permisibles.		Indicador de Impacto =Radio protección sanitaria sonora.	NC-26 :2007 NC-435:2006 ,RC-8006 Modelo Dra. Aida Ambou Modelo Dr.Barceló. INHEM
Cambio en el Suelo	• geomorfología	- Lograr el menor cambio de categ. del terreno por la rasante vial	1. Tendencia de cambiar de una sola categoría de terreno.	Programas minimizar cambios catg. del terreno.	Indicador de Impacto = cambio categoría del terreno	NC-53-02:1986.Se realiza el estudio por tramos del vial. RC-8006
	• uso	- Valorar uso suelo como soporte productivo.	1.No usar el suelo cuando la capacidad agrológica aprox. 100%	Programas para garantizar uso sostenible del suelo	Indicador de impacto = capacidad agrológica relacionado con la productividad.	RC-8006
	• geología	- Proteger el suelo de la erosión.	1.Reducción de los riesgos por inestabilidad , inundación, erosión, cársico, etc.	Programas eval. riesgos asociados a la geología.	Indicador de impacto =cambio en los riesgos evaluados y previstos.	RC-8006 Gestión de riesgos
Variación del Agua	• hidrología sup. /subt.	-Reducir diferencia e/gasto hidrológico inicial y final. - Utilización O. F. existentes.	1. Evitar afectaciones a masas de agua sup. y subterránea. 2 Minimizar desvío caudales	Elaborar programas para evitar la contaminación de acuíferos y facilitar su recarga	Indicador de impacto = cambio movimiento de las aguas sup. y los caudales nuevos .	RC-8006 Modelación en 3D del proyecto vial
	• consumo de agua	- Reducir el consumo de agua.	2. Reducir el consumo de agua .en la construcción, aplicar alternativas.		Indicador de impacto= consumo de agua (m³) por área (m²) de pavimento	Control operacional Elaboración de registros en la obra
	• calidad del agua	- Proteger calidad del agua	1.Alcanzar niveles de calidad del agua aceptable para salud humana.		Indicador= Parámetros de calidad del agua de la cuenca.	Control operac. y lista de materiales usados en la vía.
Alteración del Clima • Temperatura Precipitaciones, Viento		Minimizar los impactos referidos a las variables climáticas.	1. No influenciar en los valores climáticos	Elaborar programa para minimizar impacto climático	El Indicador es a través de un análisis cualitativo	Modelo Díaz.1998.En Se han realizado estudios en urbanizaciones.
Manejo de la energía	• uso energía	- Reducir consumo energía asociado al equipo de transportación para la actividad de mov. de tierra.	. Minimizar los volúmenes de mov. tierra a mover en cada proyecto vial.	Desarrollar e implementar un programa de ahorro de energía por el uso de equipos en la construcción viaria	Relación entre el volumen de movimiento de tierra (m³) y gasto de combustible (Toneladas).	Relación entre el volumen de movimiento de tierra (m³) y gasto de combustible (Toneladas).
	• emisión de energía por vibración	- Minimizar las vibraciones por equipos de construcción. - Disminuir uso de la energía no renovable.	Utilización del equipo idóneo de compactación para ahorro energía		Comparación de los parámetros técnicos entre los equipos de compactación.	Comparación de los parámetros técnicos entre los equipos de compactación.

Aspectos Ambientales	Objetivos	Metas	Programas	Indicadores ambientales	Normativa ambiental, herramienta gestión, Modelo y método de previsión impacto	
Variabilidad en la Biot y en el paisaje	• Vegetación	-Reducir las afectaciones a los recursos de la vegetación.	Elaborar programas para obtener el inventario y localización de tipos de especies fauna y vegetación .	Indicador de impacto = calidad inic.–calidad final. Por ciento de superficie cubierta (PSC)	RC-8006 Indicador (K) interés de las especies. [A] Mapa de zonificación de la vegetación.	
	• Fauna	-Reducir las afectaciones a los recursos faunísticos.		Indicador de impacto = calidad inic.–calidad final.	RC-8006 Valor ecológico del biotopo (VE). [B] Mapa de zonificación de la vegetación.	
	• Paisaje	- Aumentar las áreas paisajísticas. - Recuperar áreas degradadas paisajísticamente por la vía.		1. Recuperar el mayor % de superficie de paisaje.	Indicador es a través de un análisis cualitativo	RC-8006 -Técnicas estadísticas. -Técnicas intuitivas. Valor relativo del paisaje (VR). [C] Fotomontaje.
	• emisión de energía por vibración	- Minimizar las vibraciones por equipos de construcción. - Disminuir uso de la energía no renovable.		Utilización del equipo idóneo de compactación para ahorro energía.	Comparación de los parámetros técnicos entre los equipos de compactación.	Fichas técnicas de los de equipos de compactación.
Modificación del Desarrollo Social	• Salud	-Alcanzar niveles de salud de la población aceptables.	Desarrollar programas para fomentar la educación, cultura y seguridad vial.	-% de accidentalidad de tránsito vehicular. - pesquisaje de problemas de salud de la población.	RC-8006 Modelos de previsión de contaminación atmosférica y de ruido.	
	• educación • cultura	-Potenciar el impacto positivo en la sociedad por ordenamiento territorial integrado. - Promover participación ciudadana y consulta pública en el proyecto.		1. Incrementar la participación pública para el análisis ambiental del proyecto. 2. Involucrar el componente social en la cogestión de planes de manejo de los recursos del proyecto.	- N° de propietarios afectados por uso del suelo y nivel de afectación. -Grado de destrucción de los factores culturales. -Niveles de accesibilidad de la población. -% participación pública para prevención de impacto.	RC-8006 -Cartografía área. -Informaciones del área sobre sitios arqueológicos , lugares de alto valor natural, ecosistemas frágiles ,interés biográfico ,monumentos valores arquitectónicos, - Encuesta y entrevista.
Modificación del Desarrollo Económico	• población • bienes materiales	- Garantizar la sostenibilidad económica. - Reducir la cantidad de residuos no reciclables. - Reducir la producción de residuos peligrosos.	Desarrollar los índices ambientales en el país para atribuir valor económico a los ecosistemas	Evaluación e/ índice valores económicos. recursos y bienes amb., y el índice valores económicos de infraestructura física(electricidad, tpte ,agua) e infraestructura social (calidad vida)	RC-8006 1.Método evaluación de impacto económico: -costo ambiental inducido/evitados -valoración contingente (Valores de no uso de bienes naturales, más usado internacionalmente 2.Valor servicios ecosistémico [D][E]	

[A]-Conesa. 2000

[B]-Escribano y Aramburu. 1978

[C]-Fines. 1968**[D]**-Llanes.1999

[E]-Constanza y col.1997

CONCLUSIONES

1. La Dirección de Viales debe gestionar y solicitar la información ambiental necesaria para que el proyectista y planificador logre implementar la tecnología ambiental en los diseños viarios.
2. Es necesario implementar la tecnología ambiental para el proyecto vial e incorporar, desde la etapa de Anteproyecto en la Dirección de Viales, para alcanzar la eficacia en el proceso de elaboración proyectos viarios.
3. Se deben organizar programas de capacitación y adiestramiento ambientales, para elevar la competencia y concientización del equipo de proyecto sobre la incorporación de las valoraciones ambientales en los proyectos de infraestructura vial.

BIBLIOGRAFIA

Asamblea Nacional del Poder Popular. Ley 81 del Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Cuba.1997.

Álvarez Goris, H. Propuesta de indicadores ambientales básicos para el diseño de carreteras sobre bases sostenibles. Tesis de Dr. Cts. Cuba. 2000.

Conesa Fdez, V. y col. Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3era Edición. España .2000.

Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Resolución No. 77/99.Reglamento del proceso de evaluación de impacto ambiental. Cuba.

Cuba. Ministerio de la Construcción. RC-8006.Protección del Medio Ambiente en la construcción. Procedimiento para el análisis ambiental de variantes de proyecto vial. Gaceta Oficial.Cuba.2002.

Serrano Méndez J. H. La Gestión Ambiental. Módulo de Maestría en Gestión Ambiental. INSTEC.Cuba.2006.