

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**“IMPACTOS OCASIONADOS EN LA CONSTRUCCION DE  
TÚNELES VIALES”**

REALIZADO POR:

**López H., Daniel A.**

**Requena M., Nelson R.**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE  
ORIENTE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTAR EL TITULO DE

**INGENIERO CIVIL**

**Barcelona, Diciembre de 2009.**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**“IMPACTOS OCASIONADOS EN LA CONSTRUCCION DE  
TÚNELES VIALES”**

ASESOR:

---

**Prof. Hidalgo, Esteban**

**Barcelona, Diciembre de 2009**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**“IMPACTOS OCASIONADOS EN LA CONSTRUCCION DE  
TÚNELES VIALES”**

**JURADO:**

---

**Prof. Hidalgo, Esteban**  
Jurado Principal

---

**Prof. Torres, Luisa**  
Jurado Principal

---

**Prof. Montejo, Enrique**  
Jurado Principal

**Barcelona, Diciembre de 2009**

## **RESOLUCIÓN**

De acuerdo al Artículo 57 del Reglamento de Trabajo de Grado“.

Para la aprobación definitiva de los cursos especiales de grado como modalidad de trabajo de grado, será requisito parcial la entrega a un jurado calificador, de una monografía en la cual se profundice en uno o más temas relacionados con el área de concentración”

## DEDICATORIA

Le doy gracias a mi Dios y padre celestial por darme la vida, y por ser inspiración para mí día a día, por brindarme la oportunidad de ser quien soy, por iluminarme el camino, por ser mi apoyo y sostén en cada segundo que respiro; gracias a él viví los mejores momentos y los no tan buenos, superando los obstáculos, sobreponiéndome y rectificando los errores. A él le debo todo mis logros y mis metas alcanzadas.

A ti papá, por ser como eres, por ser mi amigo, por ser mi consejero, mi apoyo, quien siempre me dio ánimo de seguir luchando por lo que quiero lograr en la vida y decirme siempre que no importa cuán difícil sea la meta, si otra llega tu también puedes con más o menos trabajo lograrla, poniéndole dedicación, esfuerzo y constancia. Gracias a ti me he convertido en el hombre que soy. A ti mamá, por tu amor, por tu apoyo incondicional, por cada llamado de atención o cada palabra de aliento, por ser mi amiga. A ti hermano por estar de una u otra manera brindándome de tus conocimientos vividos y tus experiencias, por apoyarme y aconsejarme cuando lo necesite.

Con cada uno de ustedes quiero compartir este logro y esta victoria que no es solo mía ya que gracias a ustedes logré alcanzar mi meta y objetivo.  
**“Para ustedes es este triunfo. Los amo”.**

**López H., Daniel A.**

## DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por darme salud y guiar mis pasos.

A mis padres, quienes me guiaron en todo momento y dieron el todo para que lograra esta meta. Gracias por estar siempre a mi lado, los quiero.

A mis hermanos Omar, Angel, Nelsis y Natalia por su apoyo en todo momento y para que vean que las metas se pueden alcanzar.

A mis familiares (Abuelas, Tíos y Primos), por estar al pendiente en todos mis niveles educativos.

A la memoria de mis abuelos, porque se que donde estén, están orgullosos de mis triunfos.

A mi tía Dunia y mi tío Angel Millán por todo el apoyo que me brindaron desde que inicie la carrera, muchas gracias.

A mis compañeros de estudio, Rosa, Mariutzi , Mario, Elenitza, José Subero, Elimar por su apoyo y por los momentos compartidos, en especial a Roinel Perico quien me prestó su gran apoyo para lograr esta meta propuesta.

A mi gran amiga y compañera de vida Alirys Mogollón quien me ayudó en todo momento y a quien debo mucho por este logro gracias.

A todos aquellos profesores, que tuvieron participación en mi formación académica.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma tienen que ver con mis logros.

**Nelson R. Requena M.**

## AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso, por darme vida, fortaleza y constancia en cada una de las pruebas que tuve que afrontar en cada etapa de mi vida y especialmente por esta meta lograda.

A mis Padres por darme la confianza, el apoyo, el ánimo, el consejo a tiempo y la ayuda emocional, económica, brindarme el aliento en los momentos difíciles, por ser los progenitores que son. **“Son lo mejor...Los amo”**.

A David mi hermano, la persona con la que puedo contar en las buenas, en las malas y ha estado cada momento que lo necesito. **“Se te quiere”**.

A Karina Fernández, alguien especial que ha estado a distancia apoyándome, día a día sin ningún interés, por su cariño incondicional y por ser aliento y el apoyo que me dio en los momentos que los requería.

A mis tías, tíos y primos, quienes siempre estuvieron pendientes de poder alcanzar mi mayor satisfacción como estudiante y quienes nunca dudaron en que lo lograría.

A cada una de las personas que pusieron su granito de arena, para que pudiera lograr esta meta en mi vida y que de una u otra forma lograron ser parte de mi vida. **“A todos ustedes mil gracias”**

**López H., Daniel A.**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Dios todo poderoso por darme mucha confianza para seguir luchando durante toda la carrera Universitaria y a quien debo mucho,

A mi Papá Nelson y Mamá Coromoto por todo el apoyo y esfuerzo. Gracias a ellos lo logre y espero que se sientan orgullosos de ese titulo que van a llevar consigo toda su vida.

A mi Hermano Omar por ayudarme todos los días y por estar pendiente de lograr esta meta. Gracias de todo corazón.

A mi tutor, profesor Esteban Hidalgo, por guiarme, orientarme, brindar su mano amiga y apoyo incondicional.

A la Universidad de Oriente y la Escuela de Ingeniería Civil, Núcleo de Anzoátegui por brindarnos la oportunidad de formar parte de su gran Comunidad Académica.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

**Nelson R. Requena M.**

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar los impactos generados en la construcción de túneles viales, ya que se realizó de manera documental y a través de informaciones recopiladas en Internet, audiovisuales y fuentes impresas. Se encontró que la mayoría de las perturbaciones del medio ambiente y sus efectos negativos son generados y producidos por el desarrollo de la infraestructura, las consecuencias más resaltantes son : el suelo, la flora, el agua, el aire, la fauna, así como también, se ve influenciado los aspectos económico, sociales y la salud en general. Se pudo observar que algunos de estos problemas no se pueden evitar, pero si disminuirse tomando unas series de precauciones y medidas para reducir al máximo los impactos que se generan. Se hace necesaria la divulgación de recomendaciones ambientales en el área de ingeniería para que cumplan las normativas y protecciones al medio ambiente en cada una de las obras de gran envergadura vial, debido al momento de la toma de decisiones y no retrasar innecesariamente las metas del proyecto.



2.7.4	Impacto Ambiental Persistente.....	32
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....		33
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	33
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	33
3.2.1	Investigación Documental .....	33
CAPÍTULO IV: DESARROLLO .....		35
4.1	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	35
4.1.1	Factores Relacionados con la Función de Cada Túnel.	36
4.1.2	Control Topográfico.....	37
4.1.2.1	La topografía.....	37
4.1.2.2	El levantamiento fotogramétrico .....	37
4.1.2.3	El levantamiento topográfico.....	38
4.1.2.4	El levantamiento planimétrico .....	38
4.1.2.5	La triangulación .....	38
4.2	CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROCESO CONSTRUCCTIVO .....	39
4.3	TUNELES DE CARRETERA.....	40
4.3.1	El Arte de Excavar Tuneles.....	40
4.4	IMPACTO DE TIPO AMBIENTAL, VIAL, SOCIAL Y ECONÓMICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE TÚNELES VIALES.....	41
4.4.1	Impacto ambiental.....	41
4.4.2	Impacto Socio- Económico .....	42
4.4.3	Impacto Vial .....	42
4.4.4	Afecciones Ambientales Generados por las Diferentes Fases de los Proyectos de Infraestructura de Túneles Viales.....	43
4.4.4.1	Efectos sobre la fauna: .....	43
4.4.4.2	Efectos sobre la flora .....	44
4.4.4.3	Mortalidad de las especies .....	45
4.4.4.4	Efectos al aire .....	45
4.4.4.5	Afectaciones al agua .....	46
4.4.4.6	Afectaciones al paisaje .....	46
4.4.4.7	Afecciones al suelo .....	47
4.5	RECOMENDACIONES PARA DISMINUIR LOS IMPACTOS NEGATIVOS OCACIONADOS EN CONSTRUCCION DE TUNELES VIALES .....	48
CAPÍTULO V: CONSIDERACIONES FINALES.....		53
5.1	CONSIDERACIONES FINALES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....		55
METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:.....		58

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales problemas que enfrenta la humanidad es el deterioro y degradación del medio ambiente, provocado por el uso irracional y desmedido de los recursos naturales. Problema que apenas hace unas décadas ha recibido la atención necesaria, no solo para evitar que se continúe con el deterioro, sino que además se reparen los daños que ya se han provocado.

El concepto de análisis de impacto ambiental podemos definirlo como un conjunto de técnicas que buscan como propósito fundamental un manejo de los asuntos humanos de forma que sea posible un sistema de vida en armonía con la naturaleza.

La gestión de impacto ambiental pretende reducir al mínimo nuestras intrusiones en los diversos ecosistemas, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida, por muy pequeñas e insignificantes que resulten, desde nuestro punto de vista. La gestión del medio ambiente implica la interrelación con múltiples ciencias, para poder abordar las problemáticas, ya que ésta, tiene que ver con las ciencias sociales (economía, sociología, geografía, etc.) con el ámbito de las ciencias naturales (geología, biología, química, etc.)

Debido a estos conocimientos surge la necesidad de hacer un enfoque, basándonos en los impactos generados en la construcción de túneles, ya que como sabemos, estos son de una gran envergadura y a su vez forman parte de las infraestructuras viales que genera efectos adversos, en lo que concierne a lo económico, social, y ambiental, produciendo impactos negativos en deterioro del planeta.

La construcción de los túneles, no escapa a cada una de estas problemática en las infraestructuras viales, generando grandes efectos colaterales, causados por las perforaciones en el medio ambiente a lo largo de la construcción del túnel, produciendo así daños irreversible en lo ecológico y en el ecosistema.

Debido a la necesidad de hacer que el medio ambiente no sea influenciado negativamente o sea lo menos posible perjudicado, en el desarrollo de las infraestructuras viales (túneles), se ha realizado este trabajo de grado, el cual recopila una serie de informaciones, que puede ser usada como herramientas para posteriores estudios, y a si proteger al medio ambiente.

## **1.1 Aspectos generales**

Todo proyecto de infraestructura vial, debe considerar las percusiones o los efectos negativos que pueden causársele al ambiente, debido a la ejecución de las obras. Estos proyectos deben ser examinados debido a que pueden llevar grandes riesgos ecológicos.

Los seres humanos, dotados de un mayor grado evolutivo que el resto de los seres vivos, forman la única especie del planeta con capacidad de

analizar, reflexionar, evaluar el efecto y las repercusiones que sus acciones causan sobre los ecosistemas en los que ejercen una cierta presión. Debido a la gran cantidad de problemas ambientales que han provocado estas acciones, se ha impuesto la necesidad de realizar estudios previos de los efectos sobre el medio ambiente que pueden causar, además de tener en cuenta que una actuación sea técnicamente posible, económicamente rentable y socialmente positiva.

Los estudios y evaluación de impacto ambiental no solucionan los problemas ambientales, pero ayudan a reducir los efectos negativos de la actuación humana sobre el medio, además de proponer alternativas y mejoras a ciertos impactos.

El término impacto ambiental se utiliza en dos campos diferenciados, aunque relacionados entre sí: el ámbito científico-técnico y el jurídico-administrativo. El primero ha dado lugar al desarrollo de metodologías para la identificación y la valoración de los impactos ambientales, incluidas en el proceso que se conoce como Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); el segundo ha producido toda una serie de normas y leyes que obligan a la declaración de Impacto ambiental y ofrecen la oportunidad, no siempre aprovechada, de que un determinado proyecto pueda ser modificado o rechazado debido a sus consecuencias ambientales. Este rechazo o modificación se produce a lo largo del procedimiento administrativo de la evaluación de impacto. Gracias a las evaluaciones de impacto, se estudian y predicen algunas de las consecuencias ambientales, esto es, los impactos que ocasiona una determinada acción, permitiendo evitarlas, atenuarlas o compensarlas.

La experiencia internacional ha demostrado ampliamente que es fundamental desarrollar una herramienta de gestión preventiva, que provea las capacidades para identificar y corregir anticipadamente problemas ambientales o situaciones conflictivas que tiendan a provocar niveles de insatisfacción o deterioro en la calidad de vida de la población. Para lograr estas capacidades se necesita disponer de un sistema con metodologías, criterios y procedimientos que permita evaluar, prevenir y corregir los impactos ambientales negativos que puedan derivarse de las actividades humanas.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un instrumento de política ambiental adoptado actualmente en numerosas jurisdicciones (países, regiones o gobiernos locales, así como por organizaciones internacionales como bancos de desarrollo y entidades privadas). Se reconoce en tratados internacionales como un mecanismo potencialmente muy eficaz de prevención de los daños ambientales y de promoción del desarrollo sustentable. El principio de actuar de forma preventiva en el campo ambiental, al ser incorporado a las legislaciones nacionales, modificó radicalmente los procesos, tanto públicos como privados, de toma de decisiones entonces existentes. Si bien la idea no es nada reciente, su formulación ocurrió por la primera vez en los Estados Unidos, a través de una ley aprobada en 1969. A partir de entonces, la EIA se diseminó, alcanzando hoy una difusión mundial.

La evaluación de impacto ambiental se encarga de prevenir situaciones de deterioro, estableciendo las medidas más adecuadas para llevar a niveles aceptables los impactos derivados de acciones humanas y proteger la calidad del ambiente.

## 1.2 Planteamiento del problema

Las infraestructuras viales constituyen un tema importante y fundamental para el crecimiento poblacional del país y a su vez sirve de crecimiento económico, siendo los túneles parte del auge en el desarrollo actual del mundo vial, estos son un aporte esencial en el incremento de la vialidad y de la cantidad de trenes o metros-tren que puedan transitar por ellos, siendo estos parte de un conjunto de red diversa y compleja que se incrementa cada día más. Mesalles (2003)

Se puede notar la construcción de nuevas infraestructuras a nivel mundial que permiten dar respuesta a la demanda de necesidades de transporte. Este incremento de la posibilidad de desplazarse de un lugar a otro se ha observado en muchos países inclusive en Venezuela, generando un aprovechamiento del espacio subterráneo cuyo uso supone un cambio, porque permite usar espacios que no han sido laborables por el hombre, en espacios útiles para alguna actividad de progreso.

En el último siglo el progreso científico y técnico ha producido, paralelamente al desarrollo económico y social, desórdenes y lesiones irreversibles en el medio y, por tanto, en el hombre. Problemas ambientales como el deterioro de la calidad de nuestra atmósfera y de nuestras aguas como consecuencia del desarrollo industrial mal planificado, la contaminación acústica a causa del tráfico, la desaparición en ocasiones irreversibles de muchas especies de la fauna y la flora; en general, la degradación del medio debida a la acción del hombre, están directamente relacionados con el trato agresivo y desconsiderado que se ha tenido con el medio ambiente, llegando a constituir una fuente importante de agresiones físicas, psicológicas y sociales. Siebrand (2007).

La construcción de una infraestructura como la de los túneles viales, las cuales se caracterizan por ser de gran envergadura, generan efectos muy complejos los cuales a su vez interactúan conjuntamente entre sí, elevando la complejidad y magnitud de los impactos que se generan de dicha construcción. En éste sentido, la monografía tiene como propósito describir el impacto que produce la construcción de túneles viales en el ámbito ambiental, vial, social, económico y el efecto que podría tener el desarrollo de este tipo de proyectos, sobre el sistema ecológico y el medio ambiente en general, como disminuir los impactos negativos para no perturbar su equilibrio ambiental. Ciliento (2006).

En la monografía se piensa recopilar la información revisando artículos relacionados con el tema, publicados en Internet y mediante investigaciones, usando bibliografías existentes.

El desarrollo de la monografía pretende facilitar y sirva de utilidad a los estudiantes, ingenieros civiles u otros, que estén interesados en el estudio de los impactos generados en la construcción de túneles viales, ya que, en la mayoría de las universidades de Venezuela, no se contemplan a lo largo de la carrera de ingeniería civil, materias específicas en la construcción de túneles; y su importancia se ve influenciada en que los túneles han tenido un desarrollo en la regiones del país por exigencia de la topografía de la zona y el crecimiento poblacional, con el objeto primordial de satisfacer necesidades en diferente ámbitos, y dotar al territorio nacional de una red de carreteras y autopistas de calidad.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar los impactos generados en construcción de túneles viales

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- 1.-Describir el proceso constructivo de túneles viales.
- 2.-Explicar el impacto de tipo ambiental, vial, social y económico en la construcción de túneles viales.
- 3.-Formular recomendaciones para disminuir los impactos negativos ocasionados en construcción de túneles viales.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Este capítulo contiene los fundamentos teóricos que sustentan la investigación tales como: antecedentes del problema, bases teóricas y definición de términos.

#### **2.1 Antecedentes del problema**

En la revisión bibliográfica se encontraron trabajos relacionados con el tema de esta investigación, que sirvieron como antecedentes entre los cuales tenemos los siguientes:

##### **2.1.1 Antecedentes históricos**

ELLISHORWOOD obra túneles (1988) señala:

En épocas pasadas, con el objeto de obtener abastecimiento de agua e irrigación, se construyeron extensos canales en la “fértil media luna” (Egipto, Palestina, Siria, Irak). Los primeros ejemplos que se pueden considerar como túneles fueron templos y las cámaras funerarias subterráneas que se excavaron en rocas en muchas partes del mundo. También los túneles de minería fueron muy usados en la década de los años 30 para la construcción de ferrocarril subterráneos en (Londres).

También afirma (ELLIS HORWOD), que los primeros túneles son procedentes de Grecia, a través de una serranía lo constituye la obra “eupalinus de Megara” en (687 a.c) en la isla de samus. El túnel estaba revestido y tenía cerca de 100metros de largo y llevaba agua por tuberías de barro colocadas en una zanja excavada en el piso.

Así mismo el túnel “siloam” en Jerusalén constituye un ejemplo típico de los antiguos acueductos estratégicos, fue excavada alrededor de (700 a.c), por el rey Ezeguias.

Los romanos utilizaron también los túneles para drenajes y como medio para hacer útil los pantanos siendo un ejemplo del túnel de “pausilippo” construido en el año (36 a.c).

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Venezuela se ha sumado a las nuevas infraestructuras, siendo los túneles parte de la red vial.

Venezuela ha generado un aprovechamiento del espacio subterráneos lo “inútil” lo ha convertido en “útil”, para beneficio de la colectividad con la relación de metros en diferentes tramos en el Estado Capital. También se han realizado vías férreas para el transporte de minerales.

### **2.2 Bases teóricas**

Los avances de nuestro país en materia de ingeniería civil, hacen cada vez más posible la construcción de galerías subterráneas o submarinas, las cuales se utilizan como medios de transporte (automóviles, trenes, agua,

residuo, petróleo, gas) estas grandes obras de ingeniería con lo largo del tiempo han mejorado los procesos de ejecución, optimizando la eficiencia en el uso de los recursos (materias primas, energías, entre otros, y minimizando la contaminación producida.

### **2.2.1 Túnel vial**

Se conoce como túnel en el área de ingeniería y arquitectura, a la perforación que se hace en un terreno de forma horizontal a mano o con máquinas, en donde la longitud de éste domina las demás dimensiones. Para la construcción de un túnel se requiere una zanja a la que se confiere una cubierta de material de obra y luego se tapa con tierra.

Los túneles viales son conductos subterráneos construidos con el propósito que el tránsito de vehículos pueda superar con mayor facilidad zonas de relieve especialmente abrupto. Son obras de uso público que normalmente disponen de un importante equipamiento complementario destinado a garantizar la seguridad de los usuarios; tal es el caso de la ventilación forzada cuyo objetivo es mantener un aire higiénico y buena visibilidad que permita detectar eventuales obstáculos en la calzada.

### **2.2.2 Reseña y aplicaciones**

Los objetivos y premisas señaladas, que guardan relación con los usuarios, deben complementarse con los requerimientos de seguridad para las cuadrillas de mantenimiento al interior del túnel. Por consiguiente, es absolutamente necesario que cada actividad sea minuciosamente programada y se realice, de preferencia, a las horas en que la interferencia sea menor; normalmente ello se logra actuando en los momentos de menor

flujo de vehículos. Este requisito indica la importancia que tiene en la explotación de túneles disponer y manejar antecedentes estadísticos que permiten prever cuales serán los días y horas más adecuados para realizar las labores del mantenimiento.

En el país existen relativamente pocos túneles viales, los que se han ido materializando a lo largo de un periodo bastante extenso, de manera que tanto las técnicas de construcción aplicadas como el equipamiento complementario con que han sido dotados son muy diferentes, lo que impide fijar normas o procedimientos de aplicación general.

### **2.2.3 Minería y transporte**

Los túneles se empezaron a construir en las minas y más tarde para simplificar el trazado de las carreteras y de las vías del metro y del ferrocarril. Con los métodos tradicionales se conseguían perforaciones por partes, mientras que los sistemas modernos excavan por completo todas las dimensiones necesarias para el túnel.

### **2.2.4 Túneles urbanos para los servicios públicos**

En las ciudades, el transporte de los trenes transcurre por túneles de una forma más habitual que en el resto de lugares. El trazado se excava por debajo de la superficie, con lo que resulta un medio muy rápido porque evita los atascos del tráfico. Además las estaciones urbanas se construyen muy próximas entre sí.

### 2.3 Construcción de túneles

Según Rocio Jiménez

La construcción de los túneles se inició en las minas, posteriormente se construyeron en las carreteras, en las vías del metro y del ferrocarril. En sus inicios se utilizaban métodos tradicionales que sólo se obtenían perforaciones por partes, pero al pasar los años surgieron sistemas modernos, estos excavan por completo todas las dimensiones necesarias para el túnel. Por medio de taladradoras se abre el túnel, estas son de aire comprimido que se montan sobre vehículos móviles, el túnel se abrirá excavando corredores en la roca. Posteriormente, mientras se construyen revestimientos de hormigón para sostener el túnel, unas cargas explotan en los huecos y unas cintas transportadoras alejan los fragmentos. El túnel se sostiene por medio del recubrimiento con una capa de hormigón, que conforma una superficie firme para apoyar la perforadora.

Los túneles se construyen excavando en el terreno, manualmente o con máquinas. Los sistemas habituales de excavación subterránea son medios mecánicos, voladuras y manual:

- Los medios mecánicos mediante minador puntual (rozadora), minador a sección completa, TBM o tuneladora (Tunnel Boring Machine) o con maquinaria convencional (martillo picador, excavadora.)
- Perforación y voladura mediante explosivos.
- Manual, método derivado de la minería clásica del carbón de las cuencas asturianas, en el que los operarios pican con martillo

neumático la sección a excavar y otra partida de obreros desescombran manual o semi-manualmente.

### 2.3.1 Cut-and-cover

El método **Cut and cover**, que significaría "Corta y cubre" en español, es un método de construcción para túneles superficiales donde se excava una trinchera o zanja y se cubre una vez terminada. Requiere un sistema de sostenimiento fuerte para soportar las cargas del material que cubre el túnel. Existen dos formas de realizar el cut-and-cover:

- Método *Bottom-up*: Una zanja es excavada apoyada en el terreno circundante y el túnel es construido dentro. El túnel puede ser de hormigón in situ, hormigón pretensado, arcos pretensados, arcos con acero corrugado y también con ladrillo, que se solía usar al principio.
- Método *Top-down*: En este método las paredes laterales de apoyo y las vigas niveladas se construyen a nivel de suelo, usando muros pantalla, pantalla de pilotes o cualquier otro método. Se realiza una excavación superficial para colocar las vigas del techo del túnel y después se vuelve a colocar el terreno encima, los servicios y las vías necesarias. Las máquinas excavan el acceso y van retirando el material que ha quedado entre las pantallas y el techo. Finalmente se construye la base del túnel.

Se debe de tener en cuenta, que en la construcción del túnel puede aparecer el riesgo de que el agua inunde el interior, lo que hará que el trabajo se dificulte, que haya derrumbamientos y maltrato de los equipos. Podemos encontrar otro problema que es muy habitual y proviene del polvo que producen las explosiones. Por otra parte en algunas ciudades, el

transporte de los trenes o vehículos transcurre por túneles de una forma más habitual que en el resto de lugares, es por ello que se dan a conocer varios túneles que son muy importantes como son:

- 1.-El Túnel Seikan: este túnel es el más largo del mundo y es ferroviario. Mide 53km y enlaza Honshû con Hokkaidô en Japón.
- 2.-El Eurotúnel: este túnel cruza el Canal de la Mancha, uniendo Francia con Inglaterra.
- 3.-El túnel del Cristo Redentor: este comunica Argentina y Chile a través de la cordillera de los Andes.
- 4.-El Túnel de Lærdal: este es un túnel de carretera de 24,5km que conecta Lærdal y Aurland, en el condado Sogn og Fjordane al oeste de Noruega.
- 5.-El túnel del Guadarrama: es el túnel ferroviario más largo construido en España, el cuarto más largo de Europa y el quinto de todo el mundo a fecha de 2005.

## **2.4 Medio ambiente**

Se entiende por medio ambiente o medioambiente al entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

El ambiente es todo lo que rodea a un organismo; lo constituyen componentes como el agua, el aire, los animales, las personas, el suelo , los cuales se relacionan entre si. El efecto que produce una determinada actividad humana sobre el ambiente se denomina impacto ambiental.

La gestión del medio ambiente tiene dos áreas de aplicación básicas:

- a) Un área preventiva: las Evaluaciones de impacto ambiental constituyen una herramienta eficaz.
- b) Un área correctiva: las auditorias ambientales conforman la metodología de análisis y acción para subsanar los problemas existentes.

## **2.5 Impacto**

*Según el Profesor Soto Lauro (Tijuana, BC, México)*

El término impacto proviene de la voz “impactus”, del latín tardío y no es más que los efectos muy intensos dejados en alguien o en algo por cualquier acción o suceso.

### **2.5.1 Clases de impactos**

La preocupación por los efectos de las acciones humanas surgió en el marco de un movimiento, el conservacionista, en cuyo origen está la preocupación por la naturaleza salvaje, lo que ahora distinguimos como medio natural. Progresivamente esta preocupación se refundió con la igualmente antigua por la salud y el bienestar humanos, afectados a menudo

negativamente por el desarrollo económico y urbano; ahora nos referimos a esta dimensión como medio social.

La mejor manera de comprender a qué nos referimos cuando decimos “ambiente”, es enumerar algunos de los elementos que lo constituyen. Estos elementos, para facilitar su análisis, los podemos clasificar en físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos. Es decir, cuando hablamos de ambiente, no nos referimos únicamente a los elementos del medio físico (agua, aire, etc.) o del medio biológico (animales, plantas, etc.) sino a muchos otros elementos que también hacen a nuestra calidad de vida y de las futuras generaciones. En el siguiente cuadro se muestran algunos de estos elementos.

#### **2.5.1.1 Tipo de elemento**

- Físico:
  - Clima
  - Orografía
  - Hidrografía
  - Geología
- Biológico:
  - Flora
  - Fauna
  - Ecosistemas
- Económicos:
  - Actividades Económicas
  - Productividad
  - Ingreso per cápita

- Inflación
- Sociales:
  - Desempleo
  - Vivienda
  - Salud
  - Educación
- Culturales:
  - Costumbres
  - Tradiciones
- Estéticos:
  - Paisaje urbano
  - Paisaje natural

## **2.6 Impacto ambiental**

Por impacto ambiental se entiende el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. El concepto puede extenderse, con poca utilidad, a los efectos de un fenómeno natural.

### **2.6.1 Evaluación de impacto ambiental**

Procedimiento basado en un conjunto de estudios, sistemas técnicos y administrativos, encaminado a integrar los aspectos ambientales, o de manera más general, los criterios de sostenibilidad, en la elaboración y adopción de determinados planes y proyectos para que, a la vista de un conjunto de alternativas razonablemente consideradas, se elija la más

adecuada y se prevengan y corrijan las consecuencias que puedan causar sobre el medio ambiente y el bienestar humano.

#### **2.6.1.1 Estudio de impacto ambiental (para planes y proyectos)**

Documento técnico que presenta el promotor o formulador del plan o proyecto, en el que se recoge y analiza la información necesaria para evaluar las consecuencias ambientales de la actuación que se pretende ejecutar. De forma general, deberá contener, al menos, los siguientes datos:

- a) Valoración ambiental de los objetivos que se pretenden, exposición de las principales alternativas estudiadas para lograrlos y justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- b) Diagnóstico y valoración de las variables del medio afectado: población, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico artístico y el arqueológico, etc.
- c) Descripción concreta de la actividad y evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos de la misma sobre las variables inventariadas.
- d) Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
- e) Programa de vigilancia ambiental.
- f) Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles. Informe, en su caso, de las dificultades informativas o técnicas encontradas en la elaboración del mismo.

### **2.6.1.2 Declaración de impacto ambiental (para proyectos) ó informe de impacto ambiental (para planes)**

Pronunciamiento que emite el Órgano Ambiental y que contiene el resultado de la evaluación. En éste se determina la conveniencia ambiental de realizar o no realizar el plan o el proyecto, y en caso afirmativo, el condicionado que deberá cumplir el promotor. Este condicionado ambiental tiene el mismo valor y eficacia que las condiciones de autorización que pueda imponer el Órgano con competencia sustantiva.

## **2.7 Clasificación de los impactos ambientales**

Los impactos ambientales pueden ser clasificados por su efecto en el tiempo, en 4 grupos principales:

### **2.7.1 Impacto ambiental irreversible**

Es aquel impacto cuya trascendencia en el medio, es de tal magnitud que es imposible revertirlo a su línea de base original. Ejemplo: Minerales a tajo abierto.

### **2.7.2 Impacto ambiental temporal**

Es aquel impacto cuya magnitud no genera mayores consecuencias y permite al medio recuperarse en el corto plazo hacia su línea de base original.

### **2.7.3 Impacto ambiental reversible**

El medio puede recuperarse a través del tiempo, ya sea a corto, mediano o largo plazo, no necesariamente restaurándose a la línea de base original.

### **2.7.4 Impacto ambiental persistente**

Las acciones o sucesos practicados al medio ambiente son de influencia a largo plazo, y extensibles a través del tiempo. Ejemplo: Derrame o emanaciones de ciertos químicos peligrosos sobre algún biotopo.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo de investigación**

##### **Según Sabino, Carlos (1.994)**

Según el objetivo de estudio propuesto el tipo de investigación es de análisis descriptivo tomando como base la información de teorías existentes y trabajos realizados. Esta investigación documental estudia el problema con el propósito de ampliarla y profundizar el conocimiento de su naturaleza. La originalidad del trabajo es el enfoque de reflexión, recomendaciones y conceptualizaciones generados por el autor.

#### **3.2 Diseño de la investigación**

##### **3.2.1 Investigación documental**

##### **Según Morlés, Víctor (1987)**

La investigación documental constituye un procedimiento científico y sistemático de indagación, recolección, organización, interpretación y representación de datos e información alrededor de un determinado tema basado en una estrategia de análisis de documento.

**Según Fidias, Arias (1999)**

La investigación documental se define como la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos.

En dicha investigación se indago de acuerdo al problema y los objetivos planteados. Esta investigación es de tipo documental basado en que la obtención de los materiales para desarrollar y analizar el tema fueron tomadas de fuentes impresas y audiovisuales.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO**

#### **4.1 Procedimiento constructivo**

Los elementos de un túnel son la bóveda, los hastiales y la solera. Todos estos elementos pueden ser construidos en una única etapa, con todo el espesor de hormigón y armaduras definitivas o en dos etapas. En este último caso, la primera etapa se ejecuta cerca del frente y tiene como función principal el sostenimiento del suelo en el corto plazo. La segunda etapa, de finalización, se ejecuta dentro de un túnel limpio y seco, y por lo tanto se aprecia un mayor nivel de calidad. Frecuentemente, el análisis estructural de un túnel, se efectúa tomando en cuenta únicamente el revestimiento de la segunda etapa.

Los métodos constructivos difieren en el orden en que se construyen los diferentes elementos del túnel y en cuantas etapas se divide cada uno.

La mayoría de las ciudades con una población del orden de más de 2 millones de habitantes han hallado que los problemas del transporte de superficie son tan difíciles que están utilizando una tercera dimensión, la profundidad, para excavar túneles y construir ferrocarriles y metros urbanos. Son muchas las variedades del sistema pero casi todas tienen en común la construcción de túneles en alguna sección de sus rutas urbanas.

La generalización, las líneas independientes tienen la tendencia a construir túneles profundos, mientras que las prolongaciones y los tranvías tienden a ser de poca profundidad, construidos principalmente con métodos de corte y relleno.

Cada país deberá crear un plan de acción nacional que coordine y estimule el desarrollo de túneles y a su vez se evalúen las ventajas y desventajas de la tecnología para dicha construcción, para así mejorar los niveles de servicio de nuestros caminos.

#### **4.1.1 Factores relacionados con la función de cada túnel**

Todos ellos son independientes y no pueden estar separados:

- ❖ Localización: El túnel puede ser a través de una montaña, una colina, de un río o simplemente ser urbano.
- ❖ Terreno: Este puede ser blando, de roca dura, el agua.
- ❖ Dimensiones y Geometría: los límites especificados podrán ser muy reducidos u ofrecer un amplio campo de posibilidades. Aquí entra ancho, alto y longitud mas niveles, pendientes y curvas.
- ❖ La Forma Estructural: debe de soportar la carga impuesta. Tomando en cuenta la naturaleza de terreno y el método de construcción, todo este conjunto influirán de un modo decisivo en la forma final.
- ❖ Los métodos de Construcción: está limitado por las condiciones del terreno y los recursos disponibles para la realización del proyecto.
- ❖ El equipamiento del túnel ya terminado.

#### **4.1.2 Control topográfico**

La etapa inicial de un túnel consiste en el levantamiento topográfico con el fin de obtener un plano con curvas de nivel en donde sea posible trazar diversos alineamientos del túnel proyectado, de manera que se pueda seleccionar el mejor de todos.

El levantamiento preliminar y de trazos están estrechamente interrelacionados, especialmente cuando se trata de excavar un túnel.

##### **4.1.2.1 La topografía**

Es el estudio de mapas existentes, incluye curvas de nivel u cualquier información sobre niveles. Una vez trazado el mapa las primeras rutas tentativas del túnel es indispensable el levantamiento topográfico. Las especificaciones varían considerablemente según sea los fines para que se destina el túnel.

El control topográfico de un túnel, comprende un cierto número de etapas y operaciones. En las operaciones de construcción de un túnel la red de control superficial será lo suficientemente precisa como para abarcar y ligar ambos extremos del túnel antes de que se pueda comenzar la obra.

##### **4.1.2.2 El levantamiento fotogramétrico**

Tiene un gran valor, tanto por la rapidez como por la exactitud en el registro de los detalles. La retícula del levantamiento puede utilizarse como base de un registro total y preciso de las construcciones incluyendo

especialmente las partes que permanecen oculta hasta el final, como son los tiros y galerías temporales que se hayan rellenado.

#### **4.1.2.3 El levantamiento topográfico**

Permite obtener un plano con curvas de nivel en donde sea posible trazar diversos alineamientos del túnel proyectado.

#### **4.1.2.4 El levantamiento planimétrico**

Se puede basar en la triangulación, las poligonales, tres distancias o cualquier otra combinación. En las zonas urbanas, los levantamientos realizados desde los techos de los edificios tienen cierta utilidad, pero los edificios altos se pueden mover por los cambios de temperaturas y fuertes vientos. Los detalles se pueden marcar manualmente a partir de las líneas obtenidas con el levantamiento al nivel de la calle.

Las áreas urbanas de mucho tráfico, los levantamientos se realizan de noche y en la mañana temprano o en fines de semana. No obstante hoy en día la medición electrónica hace posible comprobaciones de las distancias tantas veces como sea posible en la triangulación.

#### **4.1.2.5 La triangulación**

Es un método eficaz para lograr una red precisa sobre grandes áreas debido a que es posible medir los ángulos con precisión a lo largo de grandes tramos.

## 4.2 Consideraciones generales del proceso constructivo

Los túneles necesitan mucho espacio y tiempo para su construcción, un túnel ya terminado tiene una gran importancia. También requiere de costos/beneficios, los costos indirectos, sociales y ambientales.

Los métodos de construcción varían desde la perforación por barrenos y explosivos, o por maquinas excavadoras de túneles, con o sin escudos, hasta el corte y relleno en diversas secuencias.

- ❖ Los túneles necesitan una forma estructural, puede ser rectángulo, círculo, herradura o cualquier otra forma que incorpore hierro colado. La naturaleza del terreno y el método de construcción influirá de un modo decisivo sobre la forma estructural.
- ❖ Un túnel terminado debe de tener: calzadas, iluminación, ventilación, acabados decorativos y funcionales tales como: pasos de peatones y ciclistas, carreteras, canales para personas y mercancías. La iluminación deberá de ser de mayor calidad y de construcción resistentes aprueba de vandalismo y catástrofes naturales. El drenaje también debe ser el más adecuado y resistente a grandes lluvias.

Los avances de la ciencia y la tecnología en la construcción de túneles utilizan en la actualidad el diseño de “ingeniera en sistema”

### **4.3 Túneles de carretera**

La construcción de túneles en las carreteras hoy en día son numerosos e inclusive en zonas montañosas y zonas costeras “el túnel de Holland” se proyecto y diseño para el moderno trafico de automóvil con motor que se caracteriza por la emisión del venenoso monóxido de carbono. El problema de la ventilación fue por primera vez un problema de vital importancia, se estudio a fondo y se soluciono con éxito.

El túnel Hudson bajo el río se construyó utilizando escudos y aires a presión y se revistió con hierro colado, (8,33diam) a través del mismo terreno. En los países industrializados se utiliza para la fabricación de túneles viales y debajo del agua, el concreto prefabricado de sección rectangular.

El túnel Mersey (1934) fue un importante túnel de carretera, se excavó siguiendo los métodos de perforación de túnel en roca.

#### **4.3.1 El arte de excavar túneles**

Tiene una naturaleza tridimensional que cualquier otro tipo de excavación cuando se excava túneles en terreno blando existen probabilidades de que se descubran condiciones inesperadas, que pueden ser peligrosas sin importar cuán detalladas y elaboradas sean las investigaciones y estudios.

Muchos de los problemas son de cálculos y estrategias para los mejores métodos de eliminación de los desechos de la excavación y la instalación de servicios esenciales: iluminación, abastecimiento de agua, entre otros, han desarrollo un estilo de vida que dependen del “saqueo de la

naturaleza". De manera que ha desaparecido la posibilidad de coexistencia armónica entre sociedad y naturaleza.

Se ha contaminado el agua, el aire y el suelo, el estilo de desarrollo que se ha impuesto en el mundo moderno, ha causado daños irreversibles, daños al entorno del hombre. En la medida que cambie el objetivo de producción y se alcanza mayor dominio tecno científico, los daños a la naturaleza son mayores y los efectos sociales están poniendo en peligro la supervivencia de la humanidad.

#### **4.4 Impacto de tipo ambiental, vial, social y económico en la construcción de túneles viales**

##### **4.4.1 Impacto ambiental**

Las grandes ciudades presentan gran congestionamiento de circulación y movilización. El sistema de túneles viales urbanos presenta gran costo de inversión, y se concentran generalmente en los impactos negativos y en su mayoría de tipo social, generados a la zona circundante a la construcción.

Los túneles urbanos llevan consigo la carga de impactar sobre espacios naturales que en su mayoría no han sido explotados por la acción urbanística del hombre.

Todo proceso constructivo de un túnel presenta una serie de problemas ambientales comunes lo que en el presente capítulo se presenta su identificación y la descripción de los impactos ambientales, viales, social y económico que potencialmente pueden ser generados o inducidos por un proyecto de túnel vial.

#### **4.4.2 Impacto socio- económico**

Producto de las grandes obras viales se genera una alteración en cuanto al entorno social, ya que mientras se realiza la preparación del sitio y las diferentes etapas constructivas se verá afectada la calidad del aire por la emisión de gases tóxicos, ocasionando afectaciones a la calidad de vida de las personas que habitan en las cercanías.

Además de esto un cambio en cuanto a las costumbres y cultura a las cuales estos individuos están acostumbrados, así como también la demanda de mano de obra; con los recursos disponibles por el incremento en la demanda de servicios públicos, bienes y servicios y con el paisaje por los cambios temporales debido a las construcciones y presencia de personas, maquinaria, equipos y vehículos.

En cuanto al impacto económico generado por la construcción de túneles viales, la economía tendrá un notable efecto benéfico debido a la generación de empleos, a las comunidades más aledañas al sitio donde se realizará el proyecto.

#### **4.4.3 Impacto vial**

Las infraestructuras viales desarrolladas en los espacios urbanos crean una serie de alteraciones en la calidad de vida de las comunidades más cercanas, esto debido a los ruidos, vibraciones y la expulsión de gases tóxicos provenientes del gran tránsito vehicular.

La construcción de nuevas obras de carreteras, caminos, túneles puede incrementar la demanda de vehículos produciéndose un deterioro en cuanto

la calidad del aire a nivel local, y en general incrementando el aporte de los gases de efecto invernadero.

Estas grandes obras tendrá su lado benéfico, ya que con la construcción de túneles se permite un acercamiento entre ciudades en periodo de tiempo menor, en las zonas urbanas se generaran nuevas interconexiones para compensar la carencia de nuevas vialidades y desahogar las ya existentes.

Las de tipo metro van a permitir minimizar los problemas de congestionamiento por el traslado de grandes cantidades de habitantes.

#### **4.4.4 Afecciones ambientales generados por las diferentes fases de los proyectos de infraestructura de túneles viales**

##### **4.4.4.1 Efectos sobre la fauna**

Las labores de acondicionamientos del suelo, construcciones de caminos de acceso, instalación y operación de campamentos (por desplazamiento de especies de fauna terrestre, acuáticos e incremento de actividades de caza y pesca, así como la generación de ruidos y polvos). Desbroce de la cobertura vegetal y otras relacionadas a la fase de construcción, darán como resultado la perturbación de las poblaciones de animales por disminución de hábitat sobre todo aquellas especies que son sensibles a la reducción del hábitat. En el caso de algunas aves. La sola presencia de elementos extraños a su hábitat crea desplazamiento de poblaciones, debido a la perdida de la cubierta vegetal, para la fauna.

Por otro lado las actividades de preparación del sitio, y demás actividades requeridas para el desarrollo del proyecto afectarán la abundancia y la distribución local de las especies de faunas silvestres. Por la circulación vehicular y la presencia humana con sus ruidos y vibraciones generadas por las maquinarias y usos de explosivos. Por tal motivo, la fauna buscará condiciones similares a las originales de su hábitat.

#### **4.4.4.2 Efectos sobre la flora**

La actividad agropecuaria y la urbanización han incidido en la disminución de selvas y vegetación, y que las causas de degradación del suelo han sido por procesos de pérdida de la cubierta vegetal, al considerar la deforestación y el cambio de uso de suelo.

Debido a esto resulta evidente que este factor es uno de los más importantes por lo mencionado anteriormente y las posibles alteraciones ocasionadas a este indicador con la construcción del túnel son: La eliminación de la cubierta vegetal, por el desmonte y despalme de vegetación dentro del derecho de vía. Posible eliminación de vegetación fuera del área del derecho de vía por los cortes y terraplenes, el material rodado y posibles aludes e inestabilidades de laderas durante los trabajos constructivos.

Por otra parte, el uso de explosivos, el movimiento de maquinaria, vehículos y materiales durante la preparación del sitio y construcción en general, generarán polvos fugitivos y demás partículas que pueden depositarse sobre la vegetación aledaña y afectarla al interferir en sus procesos fisiológicos y fotosintéticos.

#### **4.4.4.3 Mortalidad de las especies**

La fauna estará expuesta y será vulnerable a colisionar con vehículos en circulación.

También el pavimento almacena calor creando “islas de calor” estas atraen especies como serpientes y algunas aves aumentando el riesgo de mortalidad de dichas especies.

El impacto puede rebasar los niveles de significancia y alteran la capacidad de adaptación de las especies a nuevos hábitat.

Otro peligro al medio ambiente por parte de los túneles de poca profundidad es la contaminación del suelo por parte de desechos industriales cuando los contaminantes se han filtrado hasta los estratos subyacentes durante un largo periodo.

#### **4.4.4.4 Efectos al aire**

Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, los niveles de ruido se verán incrementados de manera significativa, debido a la utilización de equipo y de maquinaria pesada para realizar las diversas actividades en las diferentes etapas.

En estas etapas debido a la utilización de la maquinaria para la remoción de las capas vegetales se incrementarán las partículas sólidas suspendidas y totales.

Por otro lado, la calidad del aire se verá modificada ya que la maquinaria y equipo utilizado es de combustión interna, por lo que emitirá ciertos porcentajes de partículas contaminantes, como monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, entre otros.

El aire desoxigenado puede ser llevado al túnel por descenso en la presión atmosférica o se puede forzar hacia adentro del túnel con el uso del aire comprimido en las obras cercanas.

#### **4.4.4.5 Afectaciones al agua**

La calidad del agua se verá afectada temporalmente durante las etapas de preparación y construcción; debido a la remoción de materiales orgánicos, los cuales pueden ser transportados por el viento y depositados en los cuerpos de agua superficial cercanos al área del proyecto; provocando así la eutrofización de este cuerpo acuático. Por lo que se recomienda disponer adecuadamente de los materiales orgánicos.

#### **4.4.4.6 Afectaciones al paisaje**

Los impactos ocasionados sobre el paisaje estarán reflejados durante todo el proceso de construcción de un túnel vial, estos van hacer producidos por los movimientos de tierra (excavaciones y acopios), desmontes, cortes, explanación, adecuación de las vías de acceso, adecuación de áreas complementarias de la obra como campamentos, plantas de trituración y asfalto, sitios de disposición de sobrantes, zonas de préstamo y fuentes de materiales.

El efecto ocasionado sobre el paisaje por el despeje y desbroce de la vegetación existente se prevé negativo, directo, permanente, reversible y recuperable.

La presencia de maquinaria y residuos de obra en la zona podrían tener, sobre el paisaje una afectación muy descontrolada por la presencia del movimiento vehicular y los desechos sólidos que estos ocasionan (fragmento de llantas y restos de accidente).

En las zonas urbanas debido a la gran circulación de automovilistas y a la degradación de los usos del suelo, la publicidad contaminante invadirá el espacio urbano y la imagen del mismo se deteriorará sin remedio. Los anuncios espectaculares y la publicidad oportunista invadirán hasta la saturación el espacio afectado por estos proyectos, elementos que impulsarán una formidable degradación de las franjas urbanas localizadas junto a ellos.

#### **4.4.4.7 Afecciones al suelo**

Durante la etapa de preparación y construcción del sitio, el suelo sufrirá un impacto adverso debido a la realización de las obras de excavación, movimientos de tierras, el desbroce de la cobertura vegetal dentro del área de servidumbre, entre otras.

Cada una de estas etapas producen una alteración modificando de manera muy negativa la calidad del suelo, ya que cuando se construyen grandes infraestructuras abarcan un espacio bastante extensos de tierras que en su mayoría son muy valiosas para el desarrollo de la agricultura, además los posibles derrames de líquidos o fluidos de las maquinarias

afectando así el subsuelo. Otra alteración es el uso de explosivos usado en la etapa de construcción, el cual provoca deslizamientos de material suelto en las laderas de las montañas.

#### **4.5 Recomendaciones para disminuir los impactos negativos ocasionados en construcción de túneles viales**

A medida que se han desarrollado una serie de proyectos, relacionados con la construcción de túneles viales, se fue produciendo una explotación desmedida de los recursos naturales, es por ello que se deben de tomar medidas con las cuales se pretende lograr un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación del ambiente. Con el propósito de minimizar o evitar los posibles impactos socioeconómico, vial, y los componentes ambientales, como son el aire, agua suelo, flora, fauna además de los daños que este causaría a especies y la integridad del ecosistema.

- Para mitigar el ruido por la voladura de explosivos, se deberá planear y realizar detonaciones poco intensas, colocando sobre el área una cama formada por lonas, llantas y mallas metálicas.
- Se deberá contar con monitores de la cantidad de aire dentro de el túnel, mediante la operación de sensores de CO, Nox, SO<sub>2</sub>, y atmósfera explosivas, con el fin de contar con un sistema de alarma de condiciones adversas en el interior del túnel.
- Implementar y llevar a cabo un plan de emergencia para aplicarlo en caso de ocurrir un accidente dentro del túnel, se deberá considerar incendio, explosión, y derrame derrames de sustancias peligrosas.

- Los lodos finales deberán quedar dispuestos en confinamientos especiales, donde no sea posible que sus lixiviados se infiltren ni que la flora y fauna del sitio quede expuesta a su contacto.
- El procedimiento recomendado para mitigar el ruido producido por los equipos mecánicos que estarán laborando en los portales del túnel, tales como compresoras, generadores de emergencia, etc. será el ubicarlos dentro del tajo de acceso al portal. De esta forma los taludes funcionaran como estructuras de confinamiento, reduciendo el ruido generado a niveles no dañinos al oído humano.
- Reforestar con vegetación nativa y resistente a la condiciones de tránsito vehicular en las áreas con camellones, islas de tráfico, banquetas en los cortes de terracería, etc. Adicionalmente se deberá colocar pasto en los taludes de las vialidades.
- Las obras de drenajes del túnel deberán apearse a lo recomendado en las normas de la SCT.
- Diseñar los encauzamientos, revestimientos, formación de cunetas y contra cunetas, de tal manera que no incremente la erosión de las corrientes y tampoco se generen estacionamientos de agua.
- Durante la excavación y perforaciones, no deberá alterarse en modo drástico la conformación de perfiles de suelo frágiles, ni dejar expuesto a intemperismos a los sitios que hayan sido empleados como almacenes y campamentos.
- Reparar cualquier desperfecto de la maquinaria y equipo empleados que provoque el derrame de sustancias hacia los cuerpos de agua.

- Deberá repararse cualquier desperfecto en la carpeta asfáltica para evitar que los líquidos derramados durante la operación normal del túnel se infiltren hacia el manto freático.
- Intensificar las labores de mantenimiento después de las temporadas de alto tráfico, para retirar los residuos que se hayan generado.
- Una vez completada la construcción, implementar un programa de reforestación y rehabilitación de las áreas intervenidas en coordinación con las autoridades competentes, Así, se tratará de integrar paisajística y funcionalmente el proyecto al ecosistema natural.
- Garantizar la conclusión de la obra con limpieza y retiro de materiales y posterior a esto, en lo posible descompactar y acondicionar la superficie del derecho de vía, para promover el desarrollo de vegetación y la captación de humedad hacia el subsuelo.
- Establecer rutas específicas de circulación así como límite de velocidad por donde deben transitar vehículos, maquinarias y equipos de construcción
- En relación con el componente agua, tomar las medidas necesarias dirigidas a eliminar el riesgo de su contaminación por disposición inadecuada en las corrientes de residuos domésticos e industriales o por vertimientos de líquidos de igual procedencia, sin tratamiento previo.
- Garantizar que todos los trabajadores, obreros, operarios y demás personal que laboran en los campamentos, conozcan las normas de comportamiento ambiental, específicamente aquellas relacionadas a la caza y la pesca.

- Con respecto a los materiales que se extraen productos de la excavación del túnel, conviene que estos sean analizados en cuanto a sus propiedades físicas y como resultados se envíen a canteras en donde se le aproveche para la construcción de otras obras.
- Se deberán observar todas y cada una de las regulaciones sobre el uso de explosivos emitidas por la Secretaria de Defensa Nacional, de esta manera se podrán tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes que afecten a los posibles habitantes locales. Asimismo es importante que los habitantes tengan conocimiento previo de las actividades a realizar con explosivos y las medidas de seguridad con que se cuenta para este tipo de actividad.
- Las maquinas y equipos que se utilicen deberán ser revisado con el fin de aminorar las emisiones gaseosas y el ruido que genere.
- Establecer áreas de espera para los camiones que cargan el producto de la excavación de manera que no interfieran con el transito vehicular. Se deberá implementar un sistema de avisos en los casos que se obstaculice el tránsito y exigir a todos los fleteros que instalen lonas sobre las cajas de los vehículos para evitar partículas suspendidas al momento del transporte de material.
- Durante los estudios para el diseño del trazado geométrico del túnel, deberán incorporarse criterios para evitar la modificación drástica de relieve.
- La disposición del material extraído deberá hacerse en sitios donde no se alteren las características del relieve.
- Durante el diseño del trazado y la ingeniería del túnel, deberá procurarse evitar la alteración de los escurrimientos superficiales y

subterráneos. En caso de existir filtraciones mayores se procederá a canalizar el escurrimiento desde la bóveda hasta el sistema de drenaje adoptado.

## **CAPÍTULO V**

### **CONSIDERACIONES FINALES**

#### **5.1 Consideraciones Finales**

La identificación y descripción de los impactos que generan el establecimiento de este tipo de proyectos, se consideran que unos son inevitables, dado el tipo de obra que ocupa. Tal es el caso de las alteraciones ocasionadas por la vegetación que se distribuyen en el área considerada para la construcción y por ende el hábitat de la fauna silvestre, así mismo las alteraciones en las características y estabilidad del suelo. Los impactos negativos a la atmósfera por la duración de los ruidos, polvos y la destrucción de los microclimas, es decir, el deterioro del paisaje natural todo esto conduce a la proliferación de fauna nociva en el área. Estos impactos por su origen y naturalezas no pueden ser mitigados en su totalidad, pero si se puede efectuar medidas de prevención o compensación.

En lo referente a la fisonomía de la zona por la remodelación de la vegetación y las actividades constructivas, las medidas a tomar deben estar encaminadas en proteger la vegetación aledaña, finalmente reintegrar el área afectada al paisaje natural y restablecer las funciones.

Dentro de las afecciones al suelo se destacan la modificación de sus características físicas y químicas así como las pérdidas del perfil natural, por la remoción de la capa vegetal y demás actividades constructivas.

En las zonas urbanas las afecciones de la salud de los habitantes y las molestias ocasionadas durante la construcción, debido a la demoras por cierres de calles y desvíos, e inclusive en la etapa de operación, no escapan de ser considerados dentro de los efectos a la sociedad.

Todos estos efectos negativos, son de carácter indudable, por ello hay que implementar de manera adecuada medidas orientadas a ayudar al cuidado de la flora, fauna y el ser humano, de esta manera los impactos serán menores “el lado positivo de estos proyectos”. Es que conllevan a la generación de empleo que serán de beneficio por algún tiempo para la sociedad, también permiten el acercamiento entre ciudades con tiempo de recorrido menor, con el establecimiento de túnel vial en la zona urbana se espera crear nuevas interconexiones para compensar la carencia de nuevas vialidad y desahogar las ya existentes, y los túneles creados para sistemas “tipo metro”, persiguen mitigar los problemas de congestionamiento por el traslado de grandes cantidades de habitantes.

De todo lo expuesto se puede decir que estos proyectos generan beneficios significativos en los aspectos socioeconómico lo que hace técnicamente viables, a pesar de los costos ambientales.

La construcción de estas obras de infraestructura vial ha contribuido significativamente al deterioro del medio ambiente, pero en la actualidad le corresponde al ingeniero asumir el reto y que incorpore valores ambientales y que anteponga los intereses particulares, los de la sociedad en general, asíéndose un aliado básico, en la búsqueda de su bienestar y desarrollo económico, sin afectar lo menos posible el medio ambiente que lo rodea. Es por ello que la evaluación ambiental forma parte de la preparación de un proyecto de construcción y en sus decisiones.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] MEGAW, T. M, BARTELETT, J. V. **TÚNELES. Planeación, diseño y construcción. Volumen 1.** Primera edición. NORIEGA Editores. México. 1988.

[2]**[http://www.ceprilima.munlima.gob.pe/pro/detProyecto.asp?proy\\_id=42&lang=es](http://www.ceprilima.munlima.gob.pe/pro/detProyecto.asp?proy_id=42&lang=es)** vBulletin® v3.7.1, Copyright ©2000-2008, Jelsoft Enterprises Ltd

[3]**<http://www.arqhys.com/contenidos/tuneles-construccion.html>**

[4]**<http://carreterasvias.blogspot.com/2007/08/tuneles-conceptos-basicos.html>**

[5] MERRIT, Frederick. **Manual del INGENIERO CIVIL.** Tomo IV. TERCERA EDICIÓN. Mc Graw Hill. México. 1988.

[6]**<http://scholar.google.es/scholar?q=venezuela+y+la+%22construccion%22&hl=es&um=1&ie=UTF-8&oi=scholar>**

[7] Lago Pérez L. Metodología general para la evaluación de impacto ambiental de proyectos. 1997. Disponible en: **<http://www.monografias.com/trabajos14/elimpacto-ambiental/elimpacto-ambiental.shtml#glo>**.

[8]<http://www.arqhys.com/contenidos/tuneles-construccion.html>

[9][http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaae/publicaciones/estudios\\_impacto\\_santarita/CapituloVI\\_Evaluacion\\_Impacto\\_Ambiental.pdf](http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaae/publicaciones/estudios_impacto_santarita/CapituloVI_Evaluacion_Impacto_Ambiental.pdf)

[10]<http://www.geocities.com/RainForest/Vines/1918/tavasc.htm>

[11][www.miliarium.com/monografias/Tuneles/welcome.asp](http://www.miliarium.com/monografias/Tuneles/welcome.asp) - 747k - [es.wikipedia.org/wiki/Impacto\\_ambiental](http://es.wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental) - 44k

[12][http://es.wikibooks.org/wiki/Impactos\\_ambientales/Caminos\\_y\\_carreteras](http://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Caminos_y_carreteras)

[13]<http://www.facingyconst.blogspot.com/2007/04/metodos-de-construccion-de-tuneles.html>

[14]<http://resistencia-moral.blogspot.com/2007/04/el-impacto-urbano-ambiental-y-sanitario.html> 25 ABRIL 2007

[15][http://www.ecosistemas.cl/1776/articles-75767\\_recurso\\_1.pdf](http://www.ecosistemas.cl/1776/articles-75767_recurso_1.pdf)

[16]<http://www.fundicot.org/SEMINARIO%20ENERG%C3%8DAS%20RENOVABLES/AFECCIONES%20AMBIENTALES/ANGELES%20SANCHEZ.doc>

[17] [http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img\\_upload/ccf8a2325cc9292dc1cf8549cc72e8d8/Guia INVIAS 2003.pdf](http://www.ideam.gov.co/apc-aa/img_upload/ccf8a2325cc9292dc1cf8549cc72e8d8/Guia_INVIAS_2003.pdf)

[18] [http://www.kimetz.org/main/gestion\\_news\\_show.php?id\\_noticia=754](http://www.kimetz.org/main/gestion_news_show.php?id_noticia=754)

[19] [http://es.wikipedia.org/wiki/Impacto\\_ambiental](http://es.wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental)

[20] <http://www.apave-es.org/aerop/082.pdf>

[21] <http://www.lajornadamichoacan.com.mx/2007/05/03/index.php?section=municipios&article=012n1mun.>

[22] <http://www.mitecnologico.com/Main/TablaDelImpactoAmbiental>

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

<b>TÍTULO</b>	<b>“IMPACTOS OCASIONADOS EN LA CONSTRUCCION DE TÚNELES VIALES”</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CVLAC / E- MAIL</b>	
López H., Daniel A.	<b>CVLAC:</b>	<b>13.166.359</b>
	<b>E MAIL:</b>	<b>dalopezherandez@hotmail.com</b>
	<b>E MAIL:</b>	
Requena M., Nelson R.	<b>CVLAC:</b>	<b>15.814.754</b>
	<b>E MAIL:</b>	<b>Nrequena81@hotmail.com</b>
	<b>E MAIL:</b>	
	<b>CVLAC:</b>	
	<b>E MAIL:</b>	
	<b>E MAIL:</b>	

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

Impactos \_\_\_\_\_  
 Construcciones \_\_\_\_\_  
 Túneles \_\_\_\_\_  
 Viales \_\_\_\_\_

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

### RESUMEN (ABSTRACT):

El objetivo de este trabajo es analizar los impactos generados en la construcción de túneles viales, ya que se realizó de manera documental y a través de informaciones recopiladas en Internet, audiovisuales y fuentes impresas. Se encontró que la mayoría de las perturbaciones del medio ambiente y sus efectos negativos son generados y producidos por el desarrollo de la infraestructura, las consecuencias más resaltantes son : el suelo, la flora, el agua, el aire, la fauna, así como también, se ve influenciado los aspectos económico, sociales y la salud en general. Se pudo observar que algunos de estos problemas no se pueden evitar, pero si disminuirse tomando unas series de precauciones y medidas para reducir al máximo los impactos que se generan. Se hace necesaria la divulgación de recomendaciones ambientales en el área de ingeniería para que cumplan las normativas y protecciones al medio ambiente en cada una de las obras de gran envergadura vial, debido al momento de la toma de decisiones y no retrasar innecesariamente las metas del proyecto.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
Hidalgo, Esteban			X		X
	CVLAC:	15.372.033			
	E_MAIL	Ehidalgo21@hotmail.com			
	E_MAIL				
Torres, Luisa		CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL	torresl62@gmail.com			
	E_MAIL				
Montejo, Enrique		CA	AS	TU	JU
	CVLAC:	8.279.503			
	E_MAIL	emontejo@cantv.net			
	E_MAIL				
		CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

AÑO	MES	DÍA
2009	12	08

LENGUAJE. SPA

## **METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO**

ARCHIVO (S):

<b>NOMBRE DE ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
<b>MONOGRAFIA. Impactos ocasionados en la construcción de túneles viales.doc</b>	<b>APPLICATION/MSWORD</b>

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E F G H I J K  
L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w  
x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** "IMPACTOS OCASIONADOS EN LA CONSTRUCCION  
DE TÚNELES VIALES"

\_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

**TEMPORAL:** seis (6) meses \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

INGENIERO CIVIL \_\_\_\_\_

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

PRE-GRADO \_\_\_\_\_

**ÁREA DE ESTUDIO:**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL \_\_\_\_\_

**INSTITUCIÓN:**

UNIVERSIDAD DE ORIENTE, NÚCLEO DE ANZOATEGÜI \_\_\_\_\_

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO**

**DERECHOS**

DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 44 DEL REGLAMENTO DE TRABAJO DE GRADO. "LOS TRABAJOS DE GRADO SON DE EXCLUSIVA PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD Y SÓLO PODRÁN SER UTILIZADOS A OTROS FINES CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO RESPECTIVO QUIEN LO PARTICIPARÁ AL CONSEJO UNIVERSITARIO".

---

---

López H., Daniel A.

**AUTOR**

---

Requena M., Nelson R.

**AUTOR**

---

Prof. Hidalgo, Esteban  
Jurado Principal

**ASESOR Y JURADO**

---

Prof. Torres, Luisa  
Jurado Principal

**JURADO**

---

Prof. Montejo, Enrique  
Jurado Principal

**JURADO**

---

Yasser Saab

**POR LA SUBCOMISION DE TESIS**