

# UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS

CARRERA DE DERECHO

BIBLIOTECA



## PROCESO DE DIGITALIZACIÓN DEL FONDO BIBLIOGRÁFICO DE LA BIBLIOTECA DE DERECHO

GESTION 2017

Nota importante para el usuario:

“Todo tipo de reproducción del presente documento siempre hacer mención de la fuente del autor y del repositorio digital para evitar cuestiones legales sobre el delito de plagio y/o piratería”.

La dirección de la Biblioteca



**“UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS”  
FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS  
CARRERA DE DERECHO  
PETAENG**



## **MONOGRAFÍA**

# ***OBSTÁCULOS QUE DIFICULTAN LA VIABILIDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN AVENIDAS Y CALLES DE LA CIUDAD DE LA PAZ.***

**(Para optar el título Académico de licenciatura en Derecho)**

**Postulante:** Alberto Castillo Conde

**Tutor:** Dr. Edgar Zeballos Sánchez

**La Paz -Bolivia  
Gestión, 2015**

***OBSTÁCULOS QUE DIFICULTAN LA VIABILIDAD DEL  
TRANSPORTE PÚBLICO EN AVENIDAS Y CALLES DE LA  
CIUDAD DE LA PAZ***

*Dedicatoria*

*Quiero dedicar este trabajo a DIOS, y a mis 6 hijos que son mi razón de vivir, y que me han dado alegrías pese a todos los inconvenientes he hemos atravesado.*

### **Agradecimientos**

*Al Dr. Edgar Zeballos Sánchez, tutor de este trabajo monográfico, por brindarme su tiempo y colaboración, pero además por su calidad de persona que da confianza y tranquilidad al solo conversar con él.*

*Al Lic. Freddy Zarate por su apoyo y guía en el trámite para sacar adelante mis documentos.*

*A, todos mis amigos, compañeros de trabajo.  
Gracias.*

**“OBSTÁCULOS QUE DIFICULTAN LA VIABILIDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN AVENIDAS Y CALLES DE LA CIUDAD DE LA PAZ”**

**ÍNDICE GENERAL**

PORTADA	
DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
	Págs.
ÍNDICE .....	III
Resumen .....	VII
Monográfica-Diseño .....	1
1. Fundamentación y Justificación .....	1
2. Delimitación .....	2
2. 1. Delimitación Temática .....	2
2. 2 Delimitación Espacial .....	2
2. 3. Delimitación Temporal .....	2
3. Marco de Referencia .....	3
3. 1. Marco Histórico .....	3
3. 2. Marco Teórico .....	4
3. 3. Marco Conceptual .....	5
3. 4. Marco Jurídico .....	7
4. Planteamiento del Problema .....	11
5. Objetivos .....	11
5. 1. Objetivo General .....	11
5. 2. Objetivos Específicos .....	11
6. Métodos .....	12

## **INTRODUCCIÓN**

Introducción .....	13
--------------------	----

## **CAPÍTULO I**

### **SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE BOLIVIA**

1. Condiciones generales. ....	15
2. Roles desempeñados por la policía de tránsito .....	16
2. 1. Accesibilidad .....	17
2. 2. Seguridad.....	18
3. Instalación de Obstáculos y Seguridad de Peatones y Conductores .....	19
3. 1. Peatón y conductor en intersecciones en medio de una cuadra .....	19
3. 2. Residente y conductor que pasa por la calle .....	19
3. 3. Peatón, consumidor, conductor y comerciante .....	20
3. 4. Pasajero de autobús y conductor de automóviles .....	21
4. Consecuencias para el análisis de políticas públicas .....	22
a) Principales consecuencias para el análisis de políticas públicas .....	22
b) El cambio de roles y de necesidades lleva al usuario a demandas distintas ....	23
c) Cuanto más grande es el número de actividades mayor es el número de roles y más alta la frecuencia de los cambios de intereses .....	23
d) El potencial de ocurrencia de disputas y presiones de cada grupo para garantizar sus propios intereses es mucho más grande cuando se ejercen papeles activos	23
e) En general, todos los papeles pueden ser desarrollados en cualquier ciudad .	24
f) El desplazamiento diario de una persona, de acuerdo a lo planteado anteriormente, debe ser analizado tomando en cuenta los desplazamientos de los habitantes de una misma casa, una vez que las familias definen sus estrategias de viaje que consideren condicionantes externos (ubicación de los destinos, oferta de transporte) e internos (edad, sexo, recursos económicos). ....	25
5. Congestión en las vías .....	26
5. 1. Definición de congestión .....	26
6. Estudios técnicos .....	28

6. 1. A modo de comparación .....	29
6. 1. 1. Estudio en Brasil .....	29
7. Tipo de obstáculos que se presentan en las calles y avenidas de la ciudad de la paz y sus efectos principales .....	32

## CAPITULO II

### **OPCION PARA LOGRAR LA VIABILIDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE LA PAZ.**

1. Historia de los túneles en el mundo. ....	36
1. 1. Orígenes de las construcciones subterráneas. ....	36
1. 2. Túneles en el mundo .....	41
1. 2. 1. En Europa .....	41
1. 2. 2. En Norteamérica .....	44
1. 2. 3. En Bolivia .....	45
1. 2. 4. Otros Túneles .....	46
1. 3. El futuro de los túneles .....	48
1. 4. Funciones y necesidades de los túneles .....	52
1. 4. 1. Principales funciones .....	52
1. 4. 2. Transporte.....	53
1. 4. 3. Túneles Urbanos .....	53
1. 4. 4. Características de los diversos tipos de túneles .....	54
1. 4. 4. 1. Túneles para ferrocarril. ....	54
1. 4. 4. 2. Túneles de carretera.....	54
1. 4. 4. 3. Transporte urbano (Metro) .....	56
2. Solución al problema (en síntesis) .....	57
2. 1. Lograr vías de transporte despejadas y señaladas.....	57
3. Parámetros para lograr avenidas y calles despejadas .....	58
4. Punto a recordar .....	59

4. 1. Referencia de túneles que existen en la ciudad de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Pando .....	60
CONCLUSIONES .....	63
RECOMENDACIONES .....	65
BIBLIOGRAFÍA .....	66
ANEXOS .....	69

## RESUMEN

La investigación que a continuación se presenta tiene como objetivo principal dar a conocer a la sociedad que nuestro derecho al libre desplazamiento vehicular está siendo transgredido por los obstáculos que se ponen en las calles y avenidas de la ciudad de La Paz.

Por un lado obstáculos puestos por terceras persona que se dedican al comercio informal, ubicándose en plena calle como se puede ver la zona de la Buenos Aires, Garita de Lima, y más céntrico en la plaza del estudiante en sus alrededores usted puede ver que los ambulantes se bajan de las aceras, instalándose para poder vender sus productos.

Por otro lado los excesivos semáforos que ha instalado el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, podemos ver que a cada cuadra hay un semáforo, lo que hace que el vehículo frene y se detenga a cada cuadra, lo mismo pasa con los rompe muelles, también mencionar sobre los conos, turriles, llantas que pone el batallón de tránsito como medida de seguridad para que los vehículos respeten los carriles en los que se desplazan los vehículos.

Si pensamos algunos minutos nuestro derecho al libre desplazamiento en un vehículo de servicio público está siendo transgredido por obstáculos regulados por instituciones competentes del Estado Plurinacional, transgrediendo uno de nuestros derechos garantizados por el texto constitucional “el derecho a la libre circulación”

En esta monografía se explica de forma breve estas afirmaciones lo que fundamenta la necesidad de contar con túneles cortos y túneles largos, para el desplazamiento de vehículos y peatones.

**“Obstáculos que dificultan la viabilidad del transporte público en avenidas y calles de la ciudad de La Paz”**

# **MONOGRAFÍA-DISEÑO**

## **1. FUNDAMENTACIÓN E IMPORTANCIA**

La importancia de tratar el tema de los obstáculos que dificultan la viabilidad del transporte público en avenidas y calles de la ciudad de La Paz, es indispensable en un país en el que el Estado se está definiendo como el actor estratégico del desarrollo de Bolivia, en la ciudad de La Paz los obstáculos se han incrementado de manera incontrolable.

Creemos que se debe al crecimiento del mercado informal, al crecimiento demográfico y, a, falta de la aplicación rígida de la normativa vigente, los obstáculos han copado todos los espacios libres de las calles y avenidas, obstaculizando la viabilidad y el tránsito de la vía pública. Las avenidas son vías de ancho relativamente grande, donde el tránsito circula con carácter preferente respecto a las calles transversales. Las calles están formadas por aceras y calzadas. La calzada es la parte de la calle destinada a la circulación de vehículos y semovientes. Las aceras son de uso exclusivo de los peatones.

Los obstáculos que se presentan en las calzadas son producidas por dos lados; el primero: obstáculos removidos y trasladados de lugar a lugar como letreros metálicos, cocinas, mesa y mercadería manipulados por personas particulares y entidades públicas, como también los desechos de material de construcción más conocidos como tierra y escombros, y por último y de gran controversia la excesiva señalización por parte de la policía de tránsito; ejemplo los conos puestos en fila y en medio de la calzada, las llantas pintadas con franjas de seguridad que dividen las calzadas, los semáforos que están puesto cuadra a cuadra.

Es por ello que nos preguntamos ¿Qué es lo que está fallando?, ¿Quizá el código de tránsito no es rígido en las sanciones, por ello se exceden en señalizar las calles y avenidas? ¿Será tal vez que la Alcaldía municipal no hace cumplir sus reglamentos por ello las personas sacan los obstáculos a calles y avenidas sabiendo que está prohibido?, ¿La normativa es la que falla?, que es lo que sucede los objetivos de la Ley no se cumplen, o se desconoce. Esta la importancia de la investigación.

## **2. DELIMITACIÓN DEL TEMA**

### **2.1. Delimitación Temática**

La Obstaculización que dificulta la viabilidad del transporte público abarca el área jurídica, la temática escogida tiene una estricta relación con la ley vigente y objetiva, su incumplimiento transgrede los derechos de terceros el derecho a la libre circulación.

### **2. 2. Delimitación Espacial**

El tema de investigación se realizará en la ciudad de La Paz, en el municipio paceño y su alcance será a nivel nacional.

### **2. 3. Delimitación Temporal**

La investigación analizará los datos del año 2013, durante este año la dificultad de circular en los lugares de paso destinados a los peatones y a vehículos e han visto interrumpidos por incumplimiento de la normativa y el desconocimiento de la misma.

### **3. MARCO DE REFERENCIA.**

#### **3. 1. Marco Histórico.**

Desde hace tiempo venimos observando y padeciendo el caótico desarrollo del transporte público dentro de las diferentes ciudades de Bolivia; pero con más intensidad en las ciudades de La Paz, Santa Cruz y Cochabamba, especialmente en el centro de ellas.

Diversos factores han incidido en el agravamiento de este problema, entre los cuales podemos destacar; como primer elemento: la masiva obstaculización vial por parte de los comerciante, agentes de parada, oficiales de tránsito, como la de los peatones, la falta de respeto hacia las autoridades la norma y los respectivos reglamentos, la deficiencia y mal mantenimiento en los elementos reguladores del tráfico (señales y semáforos), la falta de un adecuado mantenimiento de las vías.

Estos antecedentes ponen en evidencia que el tema de los obstáculos en vía pública, ni hoy ni ayer, ocupó un lugar de importancia dentro del aparato estatal. Por tanto, la paradoja a la que alude la pregunta tiene ribetes añejos y tiene que ver, ciertamente, con una visión estatal tradicionalmente concentrada en el desarrollo económico en abstracto, donde la cuestión del territorio y los asentamientos humanos apenas merecen menciones anecdóticas.

En realidad, fueron los municipios en forma dispersa los que se ocuparon de la problemática urbana la obstaculización al servicio de transporte público. Pero incluso en este campo, las prácticas de planificación urbana también son tardías respecto a los países del continente. En el caso de Cochabamba según dice

Fernando Prado Salmón<sup>1</sup> en su libro “*El descuidado tema urbano en la Bolivia de Hoy*” y La Paz las primeras experiencias se sitúan en la década de 1940, y en el resto de las ciudades con mucha posterioridad a esta fecha.

### **3. 2. Marco Teórico.**

***El Positivismo Jurídico Hans Kelsen.*** Esta teoría explica como la normativa jurídica la norma-derecho es un instrumento para mejorar el orden social por medio de un esfuerzo consciente y deliberado, y al ser un producto de la dinámica social, también está fundamentada en la teoría de la Estructura Jerárquica del Orden Jurídico donde una unidad de normas constituye una unidad, un sistema o un orden sobre una norma única. Esta norma fundamental (norma única en un área determinada) es la fuente común de validez de todas las normas pertenecientes a un mismo orden y constituye su unidad. Una norma pertenece, pues, a un orden determinado únicamente cuando existe la posibilidad de hacer depender su validez de la norma fundamental que se encuentra en la base de este orden.

Según Hans Kelsen: la naturaleza de esta norma fundamental; de este principio superior de validez, puede distinguir un grupo de órdenes o sistemas normativos. Entonces; la validez de las normas resulta de su contenido, pues la conducta prescrita por cada una de ellas, tiene una cualidad inmediatamente evidente: la de poder ser referida a la norma fundamental como un concepto particular o un conjunto de normas.

---

<sup>1</sup> Arquitecto con maestría en Planificación Urbano Regional. Actualmente es investigador, director del Centro de Estudios Urbano Regionales de Santa Cruz (CEDURE) y miembro de la Fundación PIEB.

### **4. 3. Marco Conceptual**

Los siguientes conceptos ayudarán a delimitar la investigación.

#### **1. Circulación.**

La circulación y el transporte condicionan en muchos casos las tendencias de desarrollo de las ciudades. Dado que la circulación es anterior al transporte, ya que este es un medio para hacer aquella más cómoda y rápida, interesa para el establecimiento de un plan de transportes urbanos, el conocer los distintos tipos de circulación, sus necesidades y todas sus peculiaridades que influirán en el plan que se proyecta.

#### **2. Vías expresas.**

Las que están destinadas al tránsito expreso con limitación parcial de accesos y generalmente sin cruces a nivel en las intersecciones.

#### **3. Avenidas.**

Las avenidas son vías de ancho relativamente grande, donde el tránsito circula con carácter preferente respecto a las calles transversales.

#### **4. Calles.**

Las calles están formadas por aceras y calzadas. La calzada es la parte de la calle destinada a la circulación de vehículos y semovientes. Las aceras son de uso exclusivo de los peatones.

#### **5. Paseos.**

Son lugares destinados exclusivamente para la circulación de peatones.

## **6. Señales reglamentarias.**

Al estacionar, parar o detenerse, así como para salir del estacionamiento, partir o retomar la marcha, el conductor deberá anunciar su intención por medio de las señales reglamentarias, observando las máximas precauciones de seguridad.

## **7. Obstáculos.**

Toda obra, obstáculo o peligro para la circulación, deberá ser inmediatamente señalizada. Será responsable de la señalización reglamentaria la entidad, empresa o persona particular que ejecuta la obra, o en su caso la autoridad competente.

## **8. Peatón**

Aquella persona, toda persona que utiliza las calles, vías, calzadas, reguladas y señalizadas por autoridades competentes, que respeta y conoce de las señalizaciones que controla la circulación de los vehículos de servicio público y servicio privado.

## **9. Sistema vial**

El sistema vial de una ciudad, está constituido por toda la infraestructura que sirve como soporte del sistema de transporte. Está compuesto de los siguientes: vías locales, vías colectoras, vías arteriales y vías expresas.

## **10. Vialidad**

El concepto de vialidad abarca todos los medios directos, en las que encontramos "vías" que pueden ser tanto de comunicación y transporte, los medios por donde encontramos estas vías pueden ser el agua, el aire y la tierra.

#### **4. 5. Marco Jurídico**

##### **1. Legislación Nacional**

###### **a). Constitución Política del Estado Plurinacional.**

Consagra la autonomía de las Entidades Territoriales, que implica la elección directa de sus autoridades por las ciudadanas y ciudadanos, la administración de sus recursos económicos y el ejercicio de las facultades legislativas, reglamentaria, fiscalizadora y ejecutiva, por los órganos del gobierno autónomo en el ámbito de su jurisdicción y competencia, y atribuciones (art. 272).

Asimismo prevé que el gobierno autónomo municipal está constituido por un Concejo Municipal con facultad deliberativa, fiscalizadora y legislativa municipal en el ámbito de sus competencias; y un órgano ejecutivo, presidido por la Alcaldesa o el Alcalde (art. 283).

También dispone que sea competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Municipales el “Transporte Urbano, registro de propiedad automotor, ordenamiento y educación vial, administración y control del tránsito urbano”, de igual manera y en el marco de lo establecido en el artículo 76 se establece que “El Estado garantiza el acceso a un sistema de transporte integral en sus diversas modalidades. La ley determinará que el sistema de transporte sea eficiente y eficaz y que genere beneficios a los usuarios y a los proveedores” (art. 302 párrafo I, numeral 18).

**b). Ley Marco de Autonomías y Descentralización N° 031 de 19 de julio de 2010.**

Otorga como competencia exclusiva de los Gobiernos Autónomos Municipales, entre otras, la labor de planificar y desarrollar el transporte urbano, incluyendo el ordenamiento de tránsito urbano; desarrollar, promover y difundir la educación vial con participación ciudadana, y regular las tarifas de transporte en su área de jurisdicción, en el marco de las normas, políticas y parámetros fijados por el nivel central del Estado; determinando que la competencia exclusiva municipal en transporte urbano, ordenamiento y educación vial, administración y control del tránsito urbano se la ejercerá en lo que corresponda en coordinación de la Policía Boliviana (art. 96, parágrafo VII).

**c). Ley N° 165 Ley General de Transporte.**

Que establece el marco normativo respecto a las actividades de las distintas modalidades de transporte, entre ellas, la terrestre, bajo parámetros de calidad y seguridad en la prestación de los servicios y principios tales como la sostenibilidad, eficiencia, eficacia, transparencia, continuidad, accesibilidad, equidad (art. 17, inciso c).

Que las diferentes modalidades de transporte estarán regidas por la autoridad competente del nivel municipal, con la atribución de emitir su normativa específica, estableciendo las condiciones del sistema de transporte como expresamente se dispone en el Artículo 27 de esta ley que dispone que la función normativa “comprenderá la facultad exclusiva de dictar, en el ámbito y materia de su competencia, reglamentos, normas de carácter regulatorio, u otras normas de carácter particular referidas a intereses, obligaciones o derechos de los operadores,

administradores de infraestructura y actividades reguladas. Las normas estarán enmarcadas en procedimientos administrativos a su cargo, infracciones y sanciones, resolución de controversias, procedimientos de participación de los usuarios en el proceso regulatorio y otros”.

**d). Ley Municipal N° 15, 18 de abril de 2012. Transporte y Tránsito Urbano Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Educación vial.**

**Educación vial y Comunicación.**

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz ejerciendo su competencia exclusiva conferida por la Constitución Política del Estado, deberá incorporar de forma obligatoria dentro de los programas de cultura ciudadana, planes y proyectos relativos a la educación vial y comunicación dirigidos a la ciudadanía en general y prioritariamente a personas con discapacidad, niños, niñas, adolescentes y adultos mayores.

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz deberá consensuar con la Policía Boliviana, la implementación paulatina y progresiva de las políticas de cultura ciudadana que defina a través de la instancia municipal competente (art. 83, párrafos I, II).

**e). Código Nacional de Tránsito Decreto Ley N° 10135 16 de febrero de 1973**

**Señal de tránsito.-** Señal de tránsito es todo dispositivo, signo, demarcación e inscripción colocada por las autoridades con el objeto de informar, prevenir y reglamentar la circulación, art. 50.

**Señalización.-** En las vías públicas, habrá señales de tránsito destinadas a los conductores y peatones, art. 51.

**Prohibición de leyendas.**- Es prohibida fijar sobre las señales de tránsito o junto a ellas leyendas o símbolos, que no tengan relación con las finalidades de la señalización, art. 52.

**Luces o inscripciones.**- Es prohibido el empleo de luces o inscripciones que ocasionen confusión con las señales de tránsito, art. 53.

**Publicidad.**- En las vías públicas, no será permitida la publicidad que pueda provocar la distracción de los conductores o perturbar la seguridad del tránsito, art. 54.

**Visibilidad.** - La señal del tránsito será colocada en posición que sea perfectamente visible de día y de noche y a distancias compatibles con la seguridad de la circulación, art. 55.

**Sistema de señalización.**- Únicamente será admitida en las vías públicas el sistema de señalización adoptado por el presente Código Nacional del Tránsito y el Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en calles y carreteras, art. 61.

**Clasificación de señales.**- Las señales de tránsito se clasifican en: a) Verticales, b) Horizontales, c) Luminosas y sonoras, d) La de los Agentes de la Circulación, art. 62.

**Barreras de seguridad.**- Las empresas de ferrocarriles y el Servicio Nacional de Caminos, están obligados a colocar y mantener en los cruces, semáforos de peligro, señales reglamentarias de precaución y barreras de seguridad, art. 63.

**Cumplimiento de las señales.-** Los conductores y peatones están obligados a cumplir y respetar las señales de tránsito, art. 64.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En breves palabras;

La falta de hacer cumplir rígidamente la Constitución Política, Ley Municipal de Transporte y Tránsito Urbano Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, el Código Nacional de Tránsito Ley N° 10135 y sus reglamentos han hecho que tanto servidores públicos (oficiales de tránsito, agentes de parada) y personas particulares transgredan los derechos de terceros obstaculizando y dificultando la viabilidad del transporte público en avenidas y calles de la ciudad de La Paz.

#### **5. OBJETIVOS**

##### **5. 1. Objetivo General**

Demostrar que los obstáculos dificultan la viabilidad del transporte público en avenidas y calles de la ciudad de La Paz, ocasionando accidentes y perjuicios económicos a terceras personas.

##### **5. 2. Objetivos Específicos**

1. Describir la situación actual de las calles y avenidas de la Ciudad de La Paz
2. Demostrar el tipo de obstáculos que se presentan en las calles y avenidas de la ciudad de La Paz y explicar las consecuencias principales que se presentan.
3. Demostrar como los obstáculos que dificultan la viabilidad del transporte público esta transgrediendo derechos fundamentales y garantías constitucionales.

## 7. MÉTODOS

### a). Método Dogmático.

Partiendo de la definición terminológica definiremos al Método Dogmático en su terminología básica como método (del griego “**methodos**”): literalmente como el camino hacia algo. En su sentido más general como medio de conseguir un fin, actividad ordenada de un modo determinado. Señalando de la misma forma que en el proceso de desarrollo del conocimiento se elaboran principios generales del pensamiento tales como la inducción, deducción, análisis, síntesis, analogía, comparación.

### b). Método Jurídico

El método jurídico, primeramente nos ayudara a realizar un diagnóstico de la eficacia de la norma en la realidad social. Luego de elaborado este diagnóstico se planteará una propuesta jurídica que responda a las necesidades detectadas.<sup>2</sup>

### c). El Método Deductivo-Inductivo.

Es método deductivo el más adecuado, toda vez que como es de conocimiento general, la deducción es el método de obtención de conocimiento que conduce de lo general a lo particular, lo cual permitirá en la presente monografía, obtener conclusiones firmes. Es método inductivo es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones. La inducción puede ser completa o incompleta.

---

<sup>2</sup> Cuyo Ramos Juan. Como elaborar su tesis en Derecho. Ed. San Marcos Lima Perú. 2005. Pág. 120.

## INTRODUCCIÓN

Una de las inquietudes que nos llevo a plantear el tema de investigación titulado: “Obstáculos que dificultan la viabilidad del transporte público en avenidas y calles de la ciudad de La Paz” se da a raíz de que mi actividad laboral se desarrolla en el rubro del transporte público.

Día a día nos desplazamos por la ciudad de La Paz con un vehículo de transporte público, esta actividad laboral ya desde hace 6 años atrás se ha hecho incomoda, pero es una actividad laboral, que muchas personas la necesitan y dependen de ella.

Con todos los altibajos que implica trabajar en este rubro se suma los obstáculos que hacen difícil el transitar por las calles y avenidas de la ciudad de La Paz, a cada cuadra debemos parar, pues debemos respetar la norma y parar ante un semáforo y disminuir la velocidad ante un rompe muelle que también se encuentra a cada cuadra pero además su ubicación es desproporcional. Peor aún circular por las zonas comerciales es un reto porque se encuentran a cada paso tarimas, puestos improvisados, kioscos en plena acera; un ejemplo claro y para no perderse es la Plaza Eguino que en los alrededores de la Plaza están instalados los puesto de las famosas mañaneras y de aquellas que tienen el puesto fijo en plena calle, como ser la Tumusla y la calle Illampu.

Por lo tanto para dar mayores luces los capítulos que desarrollamos a continuación nos alertaran de los riesgos con los que estamos conviviendo, en el capítulo I desarrollamos la situación actual de las calles y avenidas de Bolivia, mostrando fotografías del tipo de obstáculos a los que las personas y vehículos deben resistir para poder desplazarse, y en el capítulo II desarrollamos el tema de los túneles como una opción para lograr la viabilidad del transporte público en la ciudad de La

Paz, en este capítulo se puede ver la importancia que tienen los túneles para poder vivir mejor y que el desplazamiento vehicular sea más seguro y garantice nuestro derecho a desplazarnos libremente por las calles y avenidas de la ciudad de La Paz. Creemos que con el análisis teórico se debe elaborar proyectos de viabilidad vehicular.

Las fuentes utilizadas en la investigación son fuentes secundarias como la revisión bibliográfica de revistas, libros, diccionarios, y normativa que regula el servicio público en la ciudad de La Paz y en todo el territorio Boliviano..

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE BOLIVIA**

### **1. Condiciones generales.**

El uso del sistema de circulación nos lleva a analizar quién puede usarlo y bajo qué condiciones. El factor más relevante a considerar es que el sistema de circulación presenta condiciones diversificadas de utilización si se compara con otros medios colectivos de consumo. En primer lugar porque éste puede ser apropiado tanto en forma colectiva como individual, pues los medios de circulación pueden ser individuales o colectivos.

El sistema de transporte público involucra una socialización de infraestructura (vías) y de medios de transporte (vehículos), mientras que el transporte individual involucra la misma socialización de la infraestructura, pero con la privatización del modo de transporte (bicicleta o automóvil). En segundo lugar, otra característica específica de la estructura de circulación –la escasez de espacio que debe ser compartido entre los usuarios– hace al consumo real inherentemente colectivo y sujeto a reglas colectivas.

Finalmente, las velocidades, dimensiones y desempeños operacionales diversos entre los cuerpos en movimiento (personas y vehículos) llevan a formas distintas de consumo de espacio y tiempo, que requieren un peatón como el conductor

La necesidad de circular está relacionada con el deseo de realización de actividades sociales, culturales, políticas y económicas que son consideradas necesarias en la sociedad. Además, la circulación está relacionada con los factores de movilidad y accesibilidad mencionados anteriormente. Esto quiere decir que, por un lado, está relacionada con la condición física personal de los viajeros y su capacidad para financiar los costos involucrados. Por otro lado, depende de la disponibilidad de tiempo de las personas y de que los horarios de funcionamiento estén correctamente sincronizados con las actividades en los destinos (ventanas de tiempo), así como de la oferta de modos de transporte. La apropiación del sistema de circulación sólo puede ser llevada a cabo si se cumplen todas las condiciones expuestas. De esta manera, la apropiación real del sistema de circulación se caracteriza por las fuertes diferencias entre personas, clases y grupos sociales. Dichas diferencias siempre reflejan contrastes sociales y políticos que tienen mucho mayor peso en los países en desarrollo.

## **2. Roles desempeñados por la policía de tránsito.**

El enfoque tradicional del proyecto de circulación considera solamente dos papeles o roles –el del conductor y el del peatón–, que son vistos como entidades estáticas. Sin embargo, la dinámica del tránsito involucra un grupo mucho más grande de roles, sujetos a modificación. Este conjunto de roles no tiene referencia explícita en la bibliografía tradicional y se encuentra inferido genéricamente en la expresión “personas”.

La primera tarea de este estudio es definir esos papeles y su relevancia en la planificación de la circulación. Para lograr dicho objetivo, hay que considerar esos roles en relación con sus características:

- 1) el uso del transporte mecanizado; y
- 2) la relación activa o pasiva con la circulación.

En cualquier situación es esencial el conocimiento del nivel de mecanización de los desplazamientos en el análisis de las consecuencias físicas, sociales y económicas del movimiento motorizado (Illich, 1974).

El desplazamiento de un peatón que camina es la única habilidad humana de desplazamiento distribuida de forma equitativa. A excepción de las personas con discapacidad u otras limitaciones (edad, salud), cualquier ser humano es capaz de ir a cualquier lugar caminando. El uso del transporte mecanizado para recorrer un espacio introduce cambios profundos en la capacidad de desplazamiento y representa una clara línea divisoria. Esta diferencia se torna mayor cuando el transporte también es motorizado. Sin embargo, cuando estas tecnologías son introducidas externamente, el acceso a ellas no es distribuido de manera equitativa. Eso vale para cualquier sociedad, en cualquier tiempo.

Es importante definir las consecuencias sociales y políticas relevantes del transporte motorizado. Para eso es necesario analizar dos diferencias: accesibilidad y seguridad.

## **2. 1. Accesibilidad**

El desplazamiento motorizado aumenta la velocidad y reduce el tiempo del recorrido. Como consecuencia, una persona logra llegar a muchos más destinos, es decir, el consumo de espacio de circulación y el consumo de las actividades sufren una fuerte alteración cuando se introduce la mecanización. No es necesario decir, entonces, que el acceso a los modos mecanizados está influenciado por diferencias

personales, económicas y sociales cuyo resultado es una fuerte desigualdad en el acceso al espacio.

## 2. 2. Seguridad:

El transporte público permite mover a las personas con más rapidez, generalmente a una velocidad más elevada y con energías cinéticas más grandes que las utilizadas en una caminata. El consumo del espacio incluye la posibilidad de conflictos físicos, que pueden generar colisiones, y consecuencias graves para las personas involucradas. En comparación con eventos en los que están involucrados los peatones, los conflictos son mucho más violentos y letales. Además, la mayoría de las víctimas de accidentes de tránsito que ocurren en las grandes ciudades de países en desarrollo son peatones. La consecuencia política de esa situación es que las personas que acceden a vehículos motorizados pueden amenazar la vida de los demás, aunque no conozcan o deseen dichas consecuencias. Esta posibilidad se transforma en una permanente amenaza en el caso de que no existan castigos adecuados, realidad que es común en los países en desarrollo.

La segunda característica mencionada anteriormente –relación activa o pasiva en el tránsito– puede ser utilizada como herramienta de análisis para estudiar los diferentes papeles. El papel activo se caracteriza por un *movimiento* y, por lo tanto, por la necesidad de consumir espacio de circulación. Por el contrario, el papel pasivo y *estacionario* no consume el espacio de circulación, pero sí está afectado por quien realiza esta acción. De acuerdo a esta regla, es posible proponer una clasificación general de los roles desempeñados en el tránsito.

Los papeles activo y pasivo pueden ser subdivididos de acuerdo a variables como edad y sexo, lo que genera nuevos conjuntos de roles y condiciones específicas.

### **3. Instalación de Obstáculos y Seguridad de Peatones y Conductores.**

#### **3. 1. Peatón y conductor en intersecciones en medio de una cuadra.**

Al cruzar una vía, el peatón se preocupa por su seguridad, mientras el conductor quiere pasar lo más rápido posible, sin retrasos (fluidez). En una negociación directa acerca del derecho de paso, el peatón necesitará buscar brechas de tiempo (*time gaps*) que le permitan un cruce seguro.

En ese caso, la fluidez de los conductores es optimizada en detrimento de la fluidez de los peatones, y los atropellamientos suelen ocurrir en caso de que haya error de cálculo por parte de los peatones. Por el contrario, si se instala un semáforo para mejorar la seguridad de los peatones, esto afecta la fluidez de los conductores.

#### **3. 2. Residente y conductor que pasa por la calle.**

Mientras el residente desea seguridad y calidad de vida para él y sus familiares, el conductor que usa la calle quiere fluidez. Este caso es similar al primero, pero tiene características adicionales con respecto al deseo de los residentes de jugar o caminar con seguridad, además de desear estar libres del tráfico externo y de la contaminación sonora y atmosférica (concepto de calles habitables, 1983). Dichos conflictos surgen cuando las vías residenciales son usadas para el tráfico de paso, como alternativas a las calles congestionadas o largos trayectos. Si las partes fueran obligadas a resolver el conflicto a través de la libre negociación, los residentes deberán adaptarse al predominio del tráfico externo. De lo contrario, los conductores reaccionarían contra ellos de distintas formas. Cuando las vías residenciales son usadas de esta manera, la optimización de la fluidez y del micro-

accesibilidad de los conductores es ejercida en detrimento de la seguridad y de la calidad de vida de los residentes.

Si las autoridades desvían el tráfico a otras vías, estas perjudicarán la macro-accesibilidad de los conductores que usaban la ruta anterior (si la nueva ruta es peor que la primera para recorridos de larga distancia) o sólo transferirán el problema a las vías paralelas.

Si fueran instalados obstáculos para la reducción de la velocidad del tráfico de paso, la seguridad y la calidad de vida serían mejoradas en detrimento de la fluidez. Un hecho relevante es que muchos conductores también son habitantes residenciales y viven ambos lados del problema. Conflictos similares ocurren cuando los autobuses también son parte del tráfico externo.

### **3. 3. Peatón, consumidor, conductor y comerciante.**

El peatón demanda el máximo de micro-accesibilidad para su negocio. Esto demanda un estacionamiento y desplazamiento adecuado; ya sea caminando o desplazándose por medio de un vehículo, en el caso de consumidores de clase media, y parada de autobuses, en el caso de usuarios de transporte colectivo.

El comerciante también necesita condiciones adecuadas de carga y descarga para enviar y recibir mercancía. Por otro lado, el conductor que pasa desea fluidez. Hay entonces dos conflictos: el primero ocurre entre necesidades de micro-accesibilidad, como estacionamiento, acceso a autobuses y carga/descarga; el segundo, entre dichas necesidades de micro-accesibilidad y la fluidez del tráfico. Si el primer conflicto es manejado a través de restricciones al estacionamiento y a la carga/descarga, eso beneficiará la micro-accesibilidad de los usuarios de transporte público en detrimento a las necesidades de conductores de automóviles y

camiones. Al contrario, si se priorizan las operaciones de estacionamiento y carga/descarga, la micro-accesibilidad de los pasajeros de autobuses será perjudicada.

### **3. 4. Pasajero de autobús y conductor de automóviles.**

Los pasajeros de autobuses necesitan intervención técnica para garantizar que el transporte público se desplace a velocidades elevadas y tenga un espacio de circulación reservado. El conductor de automóvil desea fluidez y micro-accesibilidad hacia su destino. Existe, por lo tanto, un importante conflicto entre las prioridades técnicas y políticas de las decisiones de las autoridades de tráfico. Si se reserva espacio a los autobuses, su desempeño será beneficiado en detrimento de la fluidez del desplazamiento de automóviles y camiones. Si ese espacio no es reservado, los autobuses necesitarán disputarlo con automóviles y camiones, y perderán velocidad.

Muchos otros ejemplos podrían ser descritos para demostrar la naturaleza política de los conflictos de circulación, como aquellos entre conductores de taxi y de camión, ciclistas, etc. Dentro del enfoque propuesto, se pueden identificar dos tipos de conflicto de circulación:

Conflicto físico, de dos cuerpos buscando ocupar el mismo espacio al mismo tiempo. Dicho conflicto es la preocupación de la ingeniería de tránsito tradicional.

Conflicto político, que representa los intereses y las necesidades de las personas en diferentes roles dentro de cada sociedad. Dicho conflicto es la preocupación adicional del enfoque político de la planificación de la circulación.

La consideración conjunta de esos dos tipos de conflicto modifica por completo el enfoque del ordenamiento de la circulación. Este no está conformado por “personas” desposeídas de sus características sociales y políticas, sino de seres políticos con intereses y necesidades distintas.

#### **4. Consecuencias para el análisis de políticas públicas.**

##### **a) Principales consecuencias para el análisis de políticas públicas.**

En las sociedades que presentan grandes diferencias sociales y económicas entre clases y grupos sociales, la apropiación integral de las vías es posible sólo para las personas con recursos variados, financieros y de transporte. Por lo tanto, bajo el punto de vista sociológico, las vías *per se* no son medios colectivos de consumo, a menos que las condiciones adecuadas de movilidad y accesibilidad se garantizan a aquellos que no tienen acceso al transporte individual, como los niños, las personas de bajos ingresos, los adultos de la tercera edad, los discapacitados y la mayoría de la población rural.

Para esos grupos sociales, es inútil la provisión de vías en forma aislada, sin la garantía de condiciones adecuadas de transporte. En lugar de propiciar medios “colectivos” de consumo, las inversiones en el sistema vial llevan a graves inequidades, en la medida en que sólo favorecen a un pequeño estrato de la población. Por lo tanto, la justificación de inversiones generalizadas en el sistema vial sin el acompañamiento de criterios de equidad, es un mito.

**b) El cambio de roles y de necesidades lleva al usuario a demandas distintas.**

En la medida en que se desplaza a través del espacio, requiere distintas condiciones de fluidez, macro y micro-accesibilidad, seguridad, comodidad y calidad ambiental. A la vez, otros usuarios tienen otras necesidades e imponen otras demandas. Las demandas son, inherentemente, motivo de conflicto y necesitan ser negociadas. No hay forma de atender todas las demandas simultáneamente, en el mismo espacio de circulación. Esto quiere decir que la neutralidad política aplicada a la circulación es otro mito.

**c) Cuanto más grande es el número de actividades mayor es el número de roles y más alta la frecuencia de los cambios de intereses.**

Por lo tanto, como el número de actividades está directamente relacionado con el ingreso, las personas de clase media tienen una interacción mucho mayor en el tráfico, imponiendo un número más grande de demandas.

**d) El potencial de ocurrencia de disputas y presiones de cada grupo para garantizar sus propios intereses es mucho más grande cuando se ejercen papeles activos.**

Los roles activos de un conductor de automóvil, de taxi o de un pasajero de transporte público son mucho más influyentes que los de los peatones y ciclistas, no sólo porque ellos están directamente relacionados con la ideología de la velocidad/movilidad sino también porque las congestiones son un motivo automático para el surgimiento de presiones.

Sin embargo, algunos roles pasivos son políticamente importantes: por ejemplo, los papeles de residente y dueño de un establecimiento comercial. El rol del habitante residencial es muy relevante, pues las personas pasan gran parte de su tiempo en sus hogares. Dicharelevancia está relacionada con la calidad de vida en familia, la seguridad de los niños y el sentido de territorialidad, que no puede ser desestimado (Appleyard, 1983).

**e) En general, todos los papeles pueden ser desarrollados en cualquier ciudad.**

No obstante, algunos papeles pueden ser desempeñados de manera más eficiente, con más seguridad o de forma más conveniente para todos. Si se toma en cuenta que la atención a todos los intereses es imposible y que el ordenamiento de la circulación no es una actividad neutral, todo ambiente de circulación se encuentra físicamente marcado por las políticas referidas que, a su vez, revelan los intereses dominantes que las moldearon. El ordenamiento físico de muchas ciudades contemporáneas en los países en desarrollo puede ser visto como una prueba de la reorganización del espacio para el desempeño prioritario del papel del conductor.

Esta transformación fue llevada a cabo a través de la adaptación de las ciudades a la circulación conveniente de los automóviles, en detrimento de los otros roles, sobre todo de peatones y pasajeros del transporte público. Sin embargo, el ordenamiento de esos ambientes agresivos de circulación no ha impedido que los roles más debilitados encuentren su espacio. Por esta razón, ningún papel está totalmente limitado para ser desarrollado dentro del espacio urbano. Sin embargo, es un hecho que los más vulnerables necesitan sujetarse a las necesidades de los más fuertes. Así, los pobres en general, y particularmente los niños y los adultos de la tercera edad, son los más afectados por restricciones de acceso seguro y conveniente al espacio.

- f) **El desplazamiento diario de una persona, de acuerdo a lo planteado anteriormente, debe ser analizado tomando en cuenta los desplazamientos de los habitantes de una misma casa, una vez que las familias definen sus estrategias de viaje que consideren condicionantes externos (ubicación de los destinos, oferta de transporte) e internos (edad, sexo, recursos económicos).**

El análisis de todos los trayectos permite el cálculo de los presupuestos de tiempo y espacio, respectivamente: el tiempo total gastado y el espacio recorrido en los desplazamientos. Ese análisis conjunto de los roles y presupuestos de tiempo-espacio, a nivel domiciliario, refuerza las conclusiones planteadas en este documento acerca de la complejidad en el uso de espacio y sus relaciones con las condiciones sociales, económicas y culturales. Aún cuando los viajes sean realizados predominantemente en automóvil, los desplazamientos a pie también son necesarios, sobre todo en el extremo residencial del viaje. La incidencia de roles varía fuertemente con la variación del ingreso. Mientras los rangos de ingresos más bajos desempeñan con mayor frecuencia los roles de peatón y pasajero del transporte público, las personas de ingresos más altos circulan más como conductores o pasajeros de automóviles. A partir de un nivel intermedio de ingreso, en tanto, ocurre una transición: la mayor parte de los desplazamientos motorizados pasa a ser realizada usando el automóvil particular.

## **5. Congestión en las vías.**

Bolivia registra una importante cantidad de flota de vehículos motorizados que genera la mayor cantidad de tráfico urbano, en el que predominan los automóviles. Es quizás por esta razón que los estudios más detallados acerca de las congestiones son originados en la ciudad de La Paz.

En los países en desarrollo se observa, sin embargo, que las investigaciones y estudios disponibles requieren un análisis adicional de los impactos sobre el transporte colectivo y sobre el flujo de peatones.

### **5. 1. Definición de congestión.**

Aunque los latinoamericanos estamos acostumbrados a hablar sobre congestión, su definición es compleja, toda vez que conlleva un alto grado de subjetividad. La idea más popular (y físicamente evidente) en torno a la congestión está relacionada con la noción de “tiempo perdido” por las personas. Sin embargo, cabe cuestionar qué está “perdido” o qué se pierde. La noción más intuitiva, utilizada en la mayoría de los estudios, está relacionada con una comparación entre el tiempo real en la vía y un tiempo “ideal” a ser definido. El problema se encuentra en identificar cuál es ese tiempo “ideal”. La dinámica de los flujos de vehículos, extensamente analizada en la literatura especializada (TRB, 2000), indica las relaciones entre velocidad (km/h), flujo (vehículos/hora) y densidad en la medida en que el flujo aumenta, hasta un punto en el cual el flujo se acerca a la capacidad física de la vía y se torna inestable, con grandes variaciones de velocidad en valores bajos que, en algunos momentos, llegan a ser cero. Dicha situación crítica corresponde a la idea popular de congestión, toda vez que la visión del grupo de vehículos que se desplaza a baja velocidad resulta auto-explicativa.

No obstante, el problema es más complejo si se observa desde el punto de vista técnico. El impacto que un vehículo causa a otro ocurre teóricamente cuando un segundo vehículo entra en la vía y empieza a afectar el desempeño de aquel que ya está en ella. En la práctica, se observa que ese efecto empieza a crecer rápidamente cuando el flujo de vehículos llega al 70% de la capacidad vial, al hacerse visible para las personas que están en la vía.

En términos económicos, lo que ocurre es que un determinado vehículo que ingresa a una vía genera una disminución de velocidad entre los que ya cruzan por ella, lo que es comprendido como una externalidad, es decir, un impacto causado a un tercero sin compensación. De ese presupuesto parten todos los estudios acerca del peaje vial y sobre cuánto se debería cobrar a un conductor por el efecto causado a los demás. Al analizar ese efecto, podemos identificar dos tipos de definición de congestión:

**La definición física**, relacionada con la diferencia entre una velocidad real y una "ideal", que sería determinada en función de algún punto de esa relación flujo-capacidad. Esta es una manera "relativa" de estimar la congestión y, por lo tanto, subjetiva. Dicha estimación está vinculada a la idea de "escasez" que, en general, resulta en propuestas de ampliación del sistema vial para reducir los retrasos verificados; dicha forma de definición llamada definición de la "ingeniería" conlleva a estudios "técnicos".

**La definición económica**, está relacionada con la identificación del tiempo adicional que las personas que ingresan a una vía imponen a las que ya están en ella y, consecuentemente, de los costos causados a los demás. De allí surge la búsqueda de un punto de "congestión óptimo" en el cual existiría un equilibrio entre ventajas y costos, a través de un pago realizado por los causantes del "tiempo excesivo" (el "peaje urbano"). Esta es una definición más objetiva y, a pesar de la definición del valor del tiempo y de su costo, implica un cierto grado de subjetividad.

Existe un conflicto entre las personas que utilizan la definición "física" y las que utilizan la "económica", pues los dos conceptos son distintos y pueden producir resultados distintos al tomar como base la misma situación.

## 6. Estudios técnicos.

En Bolivia, país donde no se genera estudios sobre congestión, la Universidad Mayor de San Andrés realiza estudios esporádicos –a través del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz- estudio con el objetivo de estimar el nivel de congestión presente y futuro en la red de vías expresas urbanas del país. El criterio adoptado por ese estudio es el de “ingeniería” y de acuerdo a él se define un “límite” desde el cual se considera la congestión de una parte de una vía. Dicho límite fue elegido como equivalente al peso. En este punto, la relación entre volumen y capacidad es cercana a 0,77 con un volumen de servicio máximo de alrededor de 1.550 automóviles/hora. A partir de este parámetro se calcula la relación entre volumen de vehículos y capacidad (V/C) para cada pedazo de vía, en cada hora, ya aquellos que superen el límite son considerados “congestionados”.

El estudio comprende tres líneas de investigación.

- La primera, llamada congestión general, se vincula a la medición del *Roadway Congestion Index* (RCI) o Índice de Congestión de las Vías, el cual refleja la condición media del sistema vial analizado en función de la congestión.
- La segunda, llamada impactos de la congestión, mide dos impactos: el retraso y el consumo excesivo de combustibles.
- La tercera, denominada costos de la congestión, evalúa los costos por retraso y por consumo de combustibles.

La congestión general es medida a través de un índice general de congestión (IGC), que promedia todo el sistema vial. Dicho promedio no indica lugares específicos que puedan estar más congestionados, sino que compara el uso actual de las vías como

característico del límite entre el “no congestionado” y el “congestionado”. El sistema vial es considerado congestionado cuando el IGC es mayor a uno.  $F1 * F2 + A1 * A2$   
 $IGC = 13.000 * F2 + 5.000 * A2$  donde:  $F1$  = vehículos x km por día, por carril-km, en vías expresas  
 $F2$  = vehículos x km por día en vías expresas.

$A1$  = vehículos x km por día, por carril-km, en vías arteriales

$A2$  = vehículos x km por día en vías arteriales  
13.000 = valor límite para vehículos x km diario de carril de vía expresa  
5.000 = valor límite para vehículos x km diario de carril de vía arterial.

En las ciudades con peores condiciones como Santa Cruz, cada persona pierden 4.500 horas al año y consumen un exceso de 1,4 billones de litros de gasolina, con un costo total de congestión (tiempo de recorrido, energía) de USD 300 millones

## **6. 1. A modo de comparación**

### **6. 1. 1. Estudio en Brasil<sup>3</sup>.**

El estudio más amplio acerca de congestión en Brasil fue hecho entre 2007 y 2008 por el IPEA/ANTP (2008). El estudio evaluó las condiciones de tráfico en 10 ciudades brasileñas de distintas dimensiones y analizó el tiempo de recorrido de autobús y de automóviles, el consumo de combustible, la emisión de contaminantes y el uso del espacio vial.

En lo referente a las congestiones, el estudio adoptó la definición “física” mencionada y comparó tiempos reales y tiempos ideales de recorrido. Para llegar a la definición de esos límites de congestión, las vías fueron clasificadas en cuatro tipos, a saber:

---

<sup>3</sup> Este breve resumen del estudio en Brasil sobre el congestionamiento vehicular ha evaluado las condiciones del tráfico en 10 ciudades, este material fue tomado de la página web de la Embajada del Brasil en Bolivia.

**Vía expresa:** tráfico sin interrupciones, geometría que permite altas velocidades.

**Vía arterial I:** dos pistas y un canal central, velocidades elevadas, cruces con semáforos, estacionamiento prohibido y tráfico de autobús con control razonable.

**Vía arterial II:** difiere de la anterior por las velocidades inferiores, por el estacionamiento eventualmente permitido y el tráfico de autobús con bajo nivel de control.

**Vía colectora:** vía de pista simple, con estacionamiento permitido o prohibido y movimiento libre de autobús.

Los tiempos de recorrido fueron estimados para cada tipo de vía y las velocidades que mejor representarían sus condiciones. Fueron desarrolladas curvas específicas a partir de curvas elaboradas en estudios internacionales para su utilización en Brasil. En dichas curvas fueron contemplados los cuatro tipos de vías descritas arriba, además de los valores indicadores considerados adecuados para la realidad brasileña, por técnicos participantes de redes de ciudades. La congestión fue definida en tres niveles –leve, moderado y severo– correspondientes a niveles crecientes de saturación del sistema vial, expresado por la relación entre volumen y capacidad de las vías.

El nivel leve corresponde a la situación donde dicha relación se ubica entre 0,70 y 0,84. La relación en nivel moderado se ubica entre 0,85 y 0,99; y la del nivel severo es igual a 1. Fueron definidos los tiempos relativos de recorrido por km para cada nivel de congestión, en cada tipo de vía, de acuerdo al número de semáforos por km. El conjunto final de curvas refleja el comportamiento considerado “ideal” en cada tipo de vía, en los tres niveles de congestión previamente definidos.

En el caso del autobús se observó que sus tiempos relativos de recorrido son superiores a los de los automóviles debido a la necesidad de hacer paradas para la entrada y salida de pasajeros. De la misma manera, fueron consideradas las condiciones específicas para vías expresas.

La sugerencia de velocidades y tiempos de recorrido ideales establece los límites a partir de los cuales se determina la existencia de un congestionamiento. Para cada recorrido y sentido, fueron comparados los tiempos reales de recorrido con los considerados máximos, en los cuales la diferencia representa la dimensión de la congestión por vehículo. El tiempo de congestión, multiplicado por el número de personas que circula en determinado espacio expresa la cantidad de horas perdidas por las personas, en cada nivel de congestión.

La expansión de los datos de la hora punta fue realizada en dos etapas: primero para el total diario y luego para el total anual. Se estimó un valor para el congestionamiento en las vías transversales a las vías investigadas (por análisis de capacidad) y se obtuvieron valores anuales totales para cada ciudad.

## **7. Tipo de obstáculos que se presentan en las calles y avenidas de la ciudad de la paz y sus efectos principales**

Fotos de la ciudad de La Paz en las que se puede observar el tipo de obstáculos que deben superar las movilizaciones de transporte público y privado.

### Fotos N° 1.



**Fuente:** Final Av. Arce y San Jorge. Un contenedor de basura obstaculiza una vía de la avenida principal, foto tomada el 15 de septiembre de 2014.

### Fotos N° 2, 3.



**Fuente:** Foto N° 1. Zona Sur San Miguel. Una rama de árbol obstaculiza una vía de la avenida principal, foto tomada el 15 de septiembre del año 2014. Foto N° 2. Final Av. Del Poeta. Un bache obstaculiza la vía de la avenida principal, foto tomada el 15 de septiembre del año 2014.

**Foto N° 4, 5.**



**Fuente:** Foto N° 4 San Miguel, turriles que evitan el parque y para de los automóviles para no perjudicar la venta de las tiendas, foto tomada el 15 de septiembre del año 2014. Foto N° 5. Av. Kantutany. Descenso a la zona Sur, baches que obstaculiza la vía principal, foto tomada el 15 de septiembre del año 2014.

**Foto N° 6, 7.**



**Fuente:** Foto N° 6 zona sur Achumani, rompe muelles cada 3 cuadras, foto tomada el 15 de septiembre del año 2014. Foto N° 7. Villa San Antonio, cruce de villas, las vendedoras ambulantes instalan sus puestos en plena avenida que obstaculiza la vía principal, foto tomada el 15 de septiembre del año 2014.

**Fotos Nº 8, 9.**



**Fuente:** Foto Nº 8 Villa San Antonio, cruce de villas, los puestos de venta están sobre las aceras y parte de la avenida impidiendo el paso de los peatones y vehículos, foto tomada el 15 de septiembre de 2014. Foto Nº 9, Av. Buenos Aires, foto tomada el 15 de septiembre de 2014.

**Foto Nº 9.**



Foto Nº 9. Semáforos a cada esquina impide la fluidez vehicular, el Prado Paceño los semáforos impiden la rapidez y fluidez de los motorizados, foto tomada el 15 de septiembre del año 2014.

## **CAPITULO II**

### **OPCION PARA LOGRAR LA VIABILIDAD DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE LA PAZ.**

#### **1. Historia de los túneles en el mundo.**

##### **1. 1. Orígenes de las construcciones subterráneas.**

La naturaleza fue quien realizó las primeras construcciones subterráneas, construyendo cuevas y cursos de agua subterráneos, decisivos para el desarrollo de la vida y el equilibrio de los ecosistemas. El hombre utilizó el túnel mucho después como solución para salvar obstáculos o por motivos prácticos, defensivos y por supuesto religiosos.

Los primeros túneles se remontan a principios de los descubrimientos metalúrgicos, al final de la Edad de Piedra, destinados a la explotación de los minerales como el sílex opedernal, material indispensable con el que se fabricaban una multitud de armas y herramientas; cuando se agotaba en la superficie se seguía la veta por medio de pozos y galerías. Este proceso debió iniciarse hace unos 15.000 años. Estos túneles se abrían con la técnica del fuego que consistía en provocar un incendio en el frente de ataque para luego sofocarlo súbitamente con agua fría: el cambio de temperatura daba lugar al resquebrajamiento de la roca.



**Fig. 1.01 Primeros Túneles**

Las construcciones funerarias en casi la mayoría de las civilizaciones han encontrado bajo el suelo el lugar propicio para instalarse. Las tumbas reales del antiguo Egipto, excavadas en roca, gracias a las cuales y a lo que se ha encontrado en su interior ha sido posible conocer esta extraordinaria civilización. Las catacumbas formadas por una red increíble de pasadizos, pisos y profundos túneles que permitían el alojamiento de cientos de tumbas, se convirtieron en un lugar de culto.

Según algunos historiadores, existió un túnel bajo el Eúfrates en Babilonia. Esta obra sería el primer túnel subacuático y se remontaría al 2160 A.C.; al parecer fue mandado a construir por la legendaria reina Semíramis para enlazar el palacio con el templo de Belos. También, hace unos tres mil años, se construían túneles en Asiria, Persia y Mesopotamia para transportar en forma segura el agua, protegiéndola de la evaporación que se produciría si la conducción estuviera expuesta a los intensos rayos solares de estas áreas; estos primeros túneles de abastecimiento de agua, llamados *qanats*, también se han encontrado en el suroeste de China, y en gran parte de Europa. Los *qanat* transportaban el agua por gravedad, los pozos que

delatan su existencia se utilizaban para su construcción y posteriormente para la ventilación.

Otro motivo para la construcción de túneles era el estratégico, en las antiguas ciudades amuralladas el abastecimiento de agua se conseguía mediante túneles que aseguraban el suministro en caso de asedio. Este es el caso del túnel de Siloam, que se terminó en el año 700 A.C. y que llevaba el agua desde los manantiales de la montaña de Ophel hasta el estanque de Siloam en el interior de la vieja y fortificada Jerusalén. Hace unos 2.500 años, el arquitecto Eupalinos construyó un túnel de más de un kilómetro de longitud para abastecer con agua del Monte Castrón a la ciudad griega de Samos. Sus hombres cavaron desde ambos extremos y se encontraron en el medio. No se sabe cómo evitaron que el túnel se les inundara pero, con la pendiente adecuada, el agua fluía de un extremo a otro. Cuando Eupalinos construyó su túnel, sus hombres se abrieron paso a través de roca sólida, que era suficientemente fuerte para soportar la estructura relativamente pequeña resultante. Sin embargo, los mineros y los constructores de túneles pronto aprendieron a entiblar los techos de sus túneles en terreno menos seguro con maderos y mampuestos.

Los romanos dominaron el arte de los túneles, sobre todo los de carácter hidráulico, como lo demuestran las redes de acueductos que llevaban agua a las grandes ciudades, muchos de cuyos tramos eran en túnel. Según Vitruvio (Siglo I D.C.) lo fundamental era un preciso trabajo de nivelación. Los instrumentos usados para los trabajos topográficos eran las miras encruz, el nivel de agua y la plomada. También, siguiendo la costumbre de los etruscos, se desarrolló en el imperio romano la construcción de cloacas, que resolvían el desagüe de casas y calles. Apenas se construyeron túneles para calzadas, aunque hay que destacar el de Pansilippo, cerca de Nápoles, construido para una calzada romana el año 36 a.C. y que tiene 1.500 m. de longitud y 4 m. de anchura que permitía el tránsito en ambas direcciones.



**Fig. 1.02 Cloaca Máxima, boquilla que vierte al Tíber**

En la Edad Media la construcción de túneles da un paso atrás, al ser solamente construidos como vía de salida de fortificaciones para casos de asedios, o también como acceso a criptas funerarias.

Podemos decir que el primer túnel hidráulico moderno, fue la Mina de Daroca que construyó Bedel (Ingeniero y arquitecto francés) entre los años 1555 y 1560 bajo el cerro de San Jorge y que conducía las aguas, a veces torrenciales, evitando los destrozos e inundaciones causadas a la ciudad antes de existir la mina.



**Fig. 1.03 Mina de Daroca**

Fue Luis XIV el impulsor del Canal de Midi, obra cumbre de la era de los canales, construido entre 1666 y 1681 por Jean-Baptiste Colbert (1619-1683) con 240 Km. de longitud; unía el Atlántico al Mediterráneo y evitaba los largos viajes bordeando la Península Ibérica.

De él forma parte el túnel de Malpas dirigido por Pierre-Paul Riquet, con 157 m. de longitud, 6.5 m. de ancho y 8 m. de alto. Sin embargo, exceptuando el caso romano al que hemos hecho referencia, túneles como vías de comunicación empiezan a construirse con el inicio del siglo XIX, en el imperio napoleónico que pretendía someter a toda Europa con sus ejércitos, los túneles principalmente se abrieron en la zona de los Alpes y ninguno sobrepasó los 200 m. de longitud.

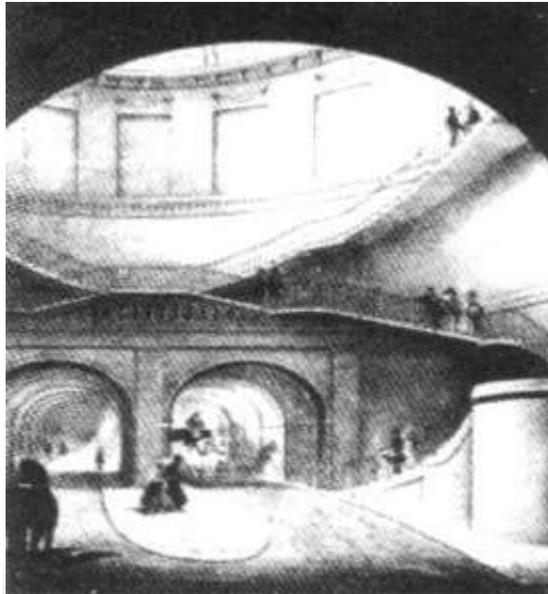
Con lo que respecta a la primera obra técnica sobre la construcción de túneles, data del año 1556 y fue escrita en latín por el alemán Georges Bauer y posteriormente traducida a varios idiomas; durante tres siglos fue la autoridad máxima en lo que se refiere a minas y túneles.

## **1. 2. Túneles en el mundo.**

En el siglo XIX con la revolución industrial se producen grandes cambios tanto en lo político, social y económico, pero sin duda uno de los grandes fenómenos es la invención del ferrocarril, este medio de transporte es el principal motivo para la construcción de túneles en el mundo (La época dorada de la construcción de túneles en Europa), debido a la forma en que se masificó este medio de transporte y por consiguiente la red ferroviaria, que cada vez más extensa debía salvar cualquier obstáculo natural por medio de túneles y puentes.

### **1. 2. 1. En Europa.**

Fue George Stephenson, un inglés, quien creó la locomotora a vapor, y se inauguró en Gran Bretaña la primera línea de ferrocarril, por lo tanto, es lógico aceptar que fueran los ingleses los pioneros en la construcción de túneles. El ingeniero británico Marc Isambard Brunel fue el encargado de realizar el primer túnel subacuático de nuestra era, aunque en un principio fue un túnel de uso peatonal que constaba con 366 m. de longitud que se demoró 16 años en realizar (1825-1841), tras algunas largas interrupciones, por falta de fondos o por las inundaciones que producía el río Támesis. En 1865 una compañía ferroviaria londinense compró el túnel y realizó los accesos necesarios para el ferrocarril; la longitud final fue de 459 m. Brunel para la construcción del túnel bajo el Támesis desarrolló la idea de proteger a los trabajadores dentro de un escudo cilíndrico tan grande como el túnel. El cilindro se desplazaba a medida que cavaban, permitiéndoles extraer la tierra a medida que se movían. Detrás de ellos, los canteros construían las paredes del túnel.



**Fig. 1.04 Túnel de Brunel bajo el Támesis**

La barrera natural de los Alpes, fue la que más retos impuso a los ingenieros del ferrocarril. Los constructores debieron hacer frente a graves problemas, como la falta de ventilación, las altas temperaturas que alcanzaba la roca, las fuentes termales, etc. En la construcción de estos túneles se lograron grandes avances en el perfeccionamiento de los equipos de excavación, como la invención de la máquina taladradora de aire comprimido, ideada por Germain Sommeiller y utilizada por primera vez en Mont-Cenis, que permitió multiplicar el rendimiento.

El primero de los grandes túneles en los Alpes fue el de Monte Cenis, también llamado de Frejus, que enlazaba el ferrocarril de Francia con Turín, en Italia. Su longitud original fue de 12,2 Km., su construcción empezó en 1857 y fue inaugurado en 1871 (14 años más tarde).

El ingenio de los constructores consiguió la utilización de los torrentes de montaña para comprimir el aire que servía para que funcionaran los barrenos y para la ventilación.

El siguiente en construirse fue el de St. Gotthard, entre 1872 y 1882. Enlaza Suiza con Italia, desde Zurich hasta Milán. Su longitud, de 14,4 Km, superó la de Frejus; pero las condiciones de trabajo y la mala ventilación produjeron muchas muertes (alrededor de 200).

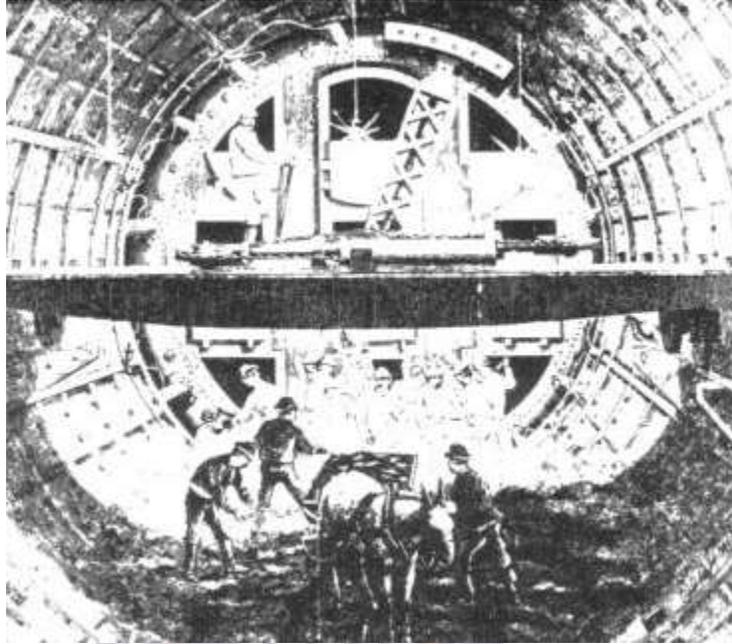
Para enlazar Suiza con Italia se construyó el túnel de Simplón, entre Berna y Milán, con 19,8 Km de longitud; se diseñó para dos túneles paralelos de una sola vía, separados 17 m y con un cruce en el centro. La excavación se comenzó en 1898, por los dos extremos y los dos túneles simultáneamente, con grandes ventajas respecto a los túneles anteriores en lo que se refiere a las condiciones de trabajo ya que la ventilación era suficiente y las posibles vías de escape o el drenaje en caso de necesidad estaban aseguradas. Se concluyó en 1906. También fueron los Alpes los que dieron lugar a los túneles más largos para carreteras, como el de Mont Blanc, inaugurado en 1965 y que con 12.650 m. de longitud une Francia con Italia; más actuales son el de San Bernardino, puesto en funcionamiento en 1976, de 6.596 m. de largo y que une Suiza e Italia; por último el largo túnel de St. Gotthard, de 16.320 m. que enlaza Suiza con Italia; el de Frejus (Francia-Italia), con 12.901 m., ambos inaugurados en 1980.

Los problemas del tránsito que empezaban a padecer las grandes ciudades se podían solucionar excavando túneles para ferrocarriles urbanos, así nació el Metro. El término "Metro" proviene de los llamados Ferrocarriles Metropolitanos, construidos en Paris (1900) y Londres (1886-1890, primer ferrocarril eléctrico del mundo). En el primer cuarto del siglo XX ya se habían inaugurado líneas en gran parte de Europa y el mundo.

## **1. 2. 2. En Norteamérica.**

En la misma época que el túnel de Monte Cenis, se excavaba en Estados Unidos el de Hoosac (1855-1876) que conecta la ciudad de Boston con el valle del Hudson; tanto tiempo duró la obra que se le llegó a conocer como la gran perforación o el gran lío; la elevada dureza de la roca hizo abandonar a los contratistas. La longitud del túnel fue de 7,4 Km. y la experiencia adquirida en la excavación en roca de alta dureza fue de gran utilidad para los que le siguieron.

Problemas completamente contrarios se encontraron los constructores del túnel bajo el río Hudson; la ciudad de Nueva York tenía este río como barrera natural para las comunicaciones con el Este y con el Sur, y se dependía de un transbordador para cruzarlo. El túnel se excavó casi completamente en limo, se inició en 1879 y después de numerosos problemas, como derrumbes por el secado del limo o inundaciones, se cerró en 1882 por falta de fondos. Este tramo fue pionero en la utilización de aire a presión, no como fuerza para mover las máquinas excavadoras (unas 7 Atm) sino como la compresión de toda la atmósfera dentro del túnel para conseguir una fuerza que equilibrase los frentes inestables acuosos (1 o 2 Atm). Las obras se reanudaron en 1889 utilizando el aire comprimido aplicado a un escudo (estructura rígida que protegía del colapso de la bóveda, de los hastiales y del propio frente de la excavación) y después de un período de inactividad por falta de fondos se concluyó en 1905.



**Fig. 1.05 Túnel del río Hudson**

El primer túnel para vehículos a motor fue el túnel de Holland en Nueva York, túnel de 2.600 m. de longitud que fue abierto al tráfico en 1927. El problema de los humos tóxicos que desprendían los vehículos, después de un elaborado estudio, se solucionó con gran éxito. Otros túneles bajo el mismo río le continuaron.

### **1. 2.3. En Bolivia**

Gran parte del territorio boliviano se caracteriza por tener una accidentada topografía en ciertas regiones y ciudades, su escasa y desigual densidad de población y, sobre todo, el desesperante embotellamiento, lo que limita la fluidez vehicular, el desplazamiento motorizado y paradas congestionadas por vendedores, peatones lo que genera sobrecostos al transitar de un lugar a otro ya sea tramos largos y tramos cortos, los costos implican una pérdida económica para los conductores (choferes) de servicio público y servicio privado.

Bolivia se encuentra cubierta aproximadamente en un 70% por montañas, cerros y lomajes. Ello, sumado a su actividad minera, ha exigido una cantidad considerable de socavones y túneles, que han servido de referencias para la construcción de túneles cortos en el centro de las ciudades; como ser el túnel de la Avenida Villazón, el túnel del Nudo Vita, túnel de la calle Onda y otros que han logrado ser alternativas para descongestionar el tráfico vehicular<sup>4</sup>.

#### **1. 2.4. Otros Túneles**

Existen diversos tipos de túneles que no son ferroviarios ni carreteros que se han construido y es bueno conocer como los túneles para la conducción de agua que hay hoy en día en Norteamérica que conducen agua desde los grandes lagos, o de los grandes ríos hasta las ciudades: al sur de California se construyó un acueducto de 370 Km. de longitud que conducía el agua del río Colorado a varias ciudades, se excavaron 29 túneles (148 Km.) de los cuales los más largos fueron el de East Coachello (29 Km.) y el de San Jacinto (21 Km.). El túnel que lleva agua a la ciudad de Nueva York desde el Delaware, con 137 Km., es considerado el más largo del mundo.

No podemos olvidar las centrales hidroeléctricas, con sus redes de túneles que conducen el agua, las grandes cavernas donde se instalan las turbinas y los túneles de acceso a las instalaciones. Incluso ya no es necesario construir grandes presas, sino que se construyen centrales subterráneas que se abastecen del agua de lagos de montaña, aguas conducidas por largos túneles, con el consiguiente

---

<sup>4</sup> Hacemos notar al lector que no se cuenta con las dimensiones de los túneles ni sus superficies, a razón de que el Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de La Paz no quiso proporcionarnos la información referida, como tampoco se pudo encontrar en su página web ni en otros sitios o páginas digitales.

ahorro de hormigón y de acero, como la de Montpezat(Francia) con más de 20 Km. de galerías subterráneas.

Como sistemas de alcantarillado ya Londres había construido el primer proyecto para una gran ciudad en 1865; hubo que construir numerosos túneles para conseguir transportar el agua sucia al Támesis a casi 20 Km. aguas abajo. Pero las demandas de una población e industria creciente hacen necesario un mejoramiento continuo.

Aunque ya desde la antigüedad se construían aljibes para el almacenamiento de las aguas pluviales, se construyen en la actualidad depósitos subterráneos con una finalidad que es la de recoger las aguas pluviales y residuales que desbordan las redes de alcantarillado y las depuradoras durante las tormentas de cierta intensidad; de esta manera pueden ser tratadas posteriormente, evitándose los vertidos directos sin tratamiento. Este problema lo padece la ciudad de Barcelona que actualmente proyecta construir embalses subterráneos para recoger el agua de las lluvias torrenciales y así poder depurarlas después de la tormenta, evitando los vertidos directos al mar que afectan gravemente a las playas, sobre todo en época veraniega.

Se han construido numerosos túneles para el paso de cables y tuberías, e incluso algunos antiguos túneles ferroviarios, sobre todo bajo ríos, se siguen utilizando en la actualidad para llevar este tipo de servicios.

También se excavan grandes túneles para almacenamiento de petróleo y otras sustancias, o como refugio y defensa; y últimamente para el estacionamiento subterráneo de vehículos. Las aplicaciones de la solución túnel no cesan.

### 1. 3. El futuro de los túneles.

Se puede decir que hoy en día las obras subterráneas experimentan un segundo apogeo con las extensas instalaciones subterráneas para el tráfico, la energía hidráulica, los propósitos militares e incluso para finalidades científicas. También los métodos técnicos se han desarrollado para conseguir una mayor rentabilidad y seguridad, a lo que han colaborado igualmente los nuevos conocimientos sobre la mecánica de rocas que, en general, estudia el equilibrio y las deformaciones de los terrenos bajo la influencia de fuerzas internas o externas.

Todo lo anterior lo demuestran las grandes obras subterráneas que a continuación se van a describir: el túnel de Seikan, inaugurado en 1988, enlaza las islas japonesas de Honshu y Hokkaido; con una longitud, récord hasta el momento, de 53,9 Km., de los cuales 23,3 Km son subacuáticos, es de los más largos existentes para tren de alta velocidad.

Ya en 1802 se empezó a estudiar, desde Francia, el cruce del Canal de la Mancha por medio de una vía subterránea, idea que emocionó a Napoleón pero que no le dio tiempo a intentar ya que se rompió el tratado de paz con los ingleses. Hubo algunos proyectos más con mayor o menor consistencia y es en 1881 cuando el coronel Beaumont con su nueva máquina perforadora perforó 1839 m; en 1883 se pararon las obras, no por problemas de la máquina sino por cuestiones económicas y políticas. Hasta cien años más tarde, y después de varios intentos infructuosos de acuerdo entre los gobiernos británico y francés (por razones primero militares y últimamente económicas), no se aprueba la solución de túnel ferroviario cuyas obras se inician en 1987. Es un doble túnel de 50,4 Km. de longitud, 37 de los cuales discurren bajo el mar; una tercera galería paralela a las anteriores y conectada a ellas con otras transversales asegura la ventilación, el mantenimiento y la seguridad. En 1991 se produce el colapso de los túneles, y la apertura es en 1993. Los vehículos

acceden directamente a vagones de 750 m de longitud, que pueden embarcar cualquier tipo de vehículo a motor.

Las aplicaciones del túnel en esta última década han llegado hasta el campo de las investigaciones científicas. Ha sido construido recientemente en Texas (EEUU) el mayor acelerador de partículas subatómicas (protones) del mundo. El anillo principal del SCS (Súper Colisionador Superconductor) es un túnel de 4 m de diámetro y de 87 Km. de longitud, dispone de túneles adicionales con una longitud de 27 Km. y su conexión con la superficie es por pozos verticales. Construido por el Departamento de Energía, tiene por finalidad avanzar los conocimientos de las propiedades fundamentales de la energía y de la materia, del espacio y del tiempo.

Con la misma finalidad, también en Europa se ha finalizado la construcción del proyecto EUROLEP (Large Electron Positron Collider). Situado en la frontera franco-suiza consta de un túnel en forma de anillo circular de 27 Km. de longitud, la sección es de 4,5 m y se comunica con la superficie por medio de 18 pozos de distintos diámetros. Construido por la CERN, Organización Europea para la Investigación Nuclear. De algunas de estas grandes obras, que en este capítulo se describen someramente, se volverá a hablar en temas posteriores. De sus aspectos constructivos hablaremos en el tema "Sistemas de construcción de túneles" y en lo concerniente a los trabajos topográficos y geodésicos en el de "Replanteo de túneles".

Todavía a finales del siglo XX existen obstáculos naturales difíciles de salvar, no obstante es fácil imaginar que se logren superar en las próximas décadas.

Un separador natural de Francia y España es el macizo de los Pirineos. Son ya varios los pasos por carretera existentes que se adecuan a una circulación intensa fluida y segura. Es de prever que esta infraestructura de comunicaciones a través de los Pirineos siga ampliándose en años venideros.

Con lo que respecta al Tren de Alta Velocidad, ya en plena explotación las redes de Japón, Francia, Italia, Alemania, en menor medida la del Reino Unido, y en inicio la española se prevé un nuevo auge del transporte ferroviario, cuya importancia se había visto eclipsada por el transporte por carretera y el transporte aéreo.



**Fig. 1.10 Túnel AVE**

La unión de estas redes implicará la construcción de grandes túneles. Ya se piensa en túneles alpinos de 30 a 50 Km. para el Tren de Alta Velocidad. Asimismo, la insularidad de Gran Bretaña ha sido vencida con la construcción del llamado Euro-túnel. El ferrocarril, pues, seguirá siendo un medio de transporte perfectamente competitivo.

Ya desde la segunda mitad del siglo XIX se estudiaban soluciones para establecer una comunicación fija a través del estrecho. En la actualidad ya se está trabajando en el proyecto de un gran túnel ferroviario excavado bajo el mar; el túnel tendría una longitud de unos 50 Km., aunque la separación entre las orillas marroquíes y españolas sean de unos 15 Km. en el lugar más estrecho. Actualmente se están llevando a cabo diferentes trabajos como la excavación de pozos y galerías de reconocimiento de hasta 10 Km. de longitud.

También se realiza el levantamiento del perfil longitudinal del fondo marino mediante sísmica de refracción y otras técnicas geofísicas. Parece ser que entre las posibles alternativas, la más viable sería construir un túnel de dos vías y una galería de servicio, suficiente para satisfacer las demandas previstas. Cuando la saturación del túnel lo requiriera se construiría otro paralelo.

Actualmente un grupo español y otro marroquí son los encargados de realizar las investigaciones, que son seguidas con gran interés por el resto de países afectados (europeos y norteafricanos).

La congestión actual en el transporte entre la península Escandinava y la Europa Central está en vías de solución por medio de una serie de inversiones, a nivel interestatal y local, en carreteras y túneles.

Actualmente se trabaja en grandes ejes internacionales de carreteras: el eje europeo Escandinavia-Italia, en el que la solución túnel estará presente (tanto subacuáticos para salvar los estrechos de la península como túneles alpinos).

España. Otro eje, de 10.000 Km. de longitud, unirá al sudeste, centro y este de Europa. Habrá también el eje este-oeste mediterráneo y el eje transeuropeo este-oeste. Con esto los Pirineos, los Alpes, los Balcanes y el mar ya no serán obstáculos para la unificación de Europa.

En Chile en la actualidad se está considerando el mejoramiento de la Ruta 68, por vía de las concesiones; con cargo a este proyecto se están construyendo dos túneles adicionales, uno en Lo Prado y otro en Zapata, a fin de garantizar un mejor nivel de servicio, disminución de los tiempos de viaje y disminución de congestión vehicular en época estival.

Toda esta actividad tunelera creciente en nuestro país, hace que la ingeniería chilena esté particularmente interesada en esta materia, aplicando nuevas técnicas de proyecto y deconstrucción para los proyectos viales.

En Bolivia existen 16 proyectos municipales de gran envergadura para la construcción de túneles para el tránsito de vehículos y 3 proyectos de túneles cortos para peatones; ambos proyectos fueron presentados a raíz del congestionamiento vehicular en la ciudad de LA Paz, este congestionamiento vehicular no solo se da en el centro de la ciudad, sino se ha extendido a las laderas y zonas con intersecciones entre zonas, tal es el caso el cruce de villas que conecta tres zonas; Villa San Antonio Alto y Bajo, Villa Copacabana y Pamphasi.

#### **1. 4. Funciones y necesidades de los túneles”**

##### **1. 4. 1. Principales funciones.**

Las funciones del túnel son diversas: se construyen túneles para transporte, para almacenamiento, para albergar instalaciones diversas, por necesidades científicas y túneles para protección de personas.

##### **1. 4. 2. Transporte.**

Se podría decir que es la función más antigua. La construcción de túneles para salvar obstáculos naturales se practica desde la antigüedad; podríamos resumir diciendo que en un principio fue el transporte de agua lo que necesitó de la solución túnel, debido a los requerimientos de pendiente mínima o nula; más adelante el desarrollo del ferrocarril, y posteriormente el desarrollo de los vehículos motorizados, hicieron necesaria la construcción de túneles por razones parecidas a las anteriores

(evitar fuertes pendientes) pero también por razones nuevas: acortar distancias y ganar seguridad.

A continuación se enumeran, a modo de introducción, los distintos tipos de túneles que se construyen para el transporte, cuyas características se describirán más adelante.

Túneles para el transporte de personas y mercancías

- En carreteras
- En líneas del ferrocarril
- En líneas de transporte urbano (Metro)
- Pasos para peatones
- Pasos para ciclistas

#### **1. 4. 3. Túneles Urbanos.**

La construcción de túneles bajo las calles de una ciudad es utilizada para casi todas sus aplicaciones al transporte, pero los túneles urbanos más largos son los de ferrocarril subterráneos, abastecimiento de agua y sistemas de alcantarillado. Túneles más cortos son los de carreteras, debido a los elevados problemas de ventilación y accesos que supondrían largos túneles; otros túneles urbanos cortos son los pasos para peatones.

#### **1. 4. 4. Características de los diversos tipos de túneles.**

##### **1. 4. 4. 1. Túneles para ferrocarril.**

La utilización del túnel en las líneas de ferrocarril es para salvar colinas, en zonas costeras, en grandes cadenas montañosas y en cruces subacuáticos.

En los dos primeros casos suelen ser túneles cortos y su definición en planta puede ser recta o curva.

En los túneles más largos se adopta preferentemente el trazado en línea recta ya que es el más económico y también, al excavarse al menos desde los dos extremos, el más exacto en el replanteo y por lo tanto en la coincidencia entre ambos ataques, aunque en la actualidad la gran precisión en la medida de la distancia que consiguen los distanciómetros resta importancia a este hecho.

Una excepción a esta regla se da en los túneles que atraviesan grandes cadenas montañosas. Si el trazado general de la línea férrea exige la construcción de un túnel entre los puntos A y B, puede ocurrir que la pendiente del túnel en recta sea superior a la exigida; entonces hay que conseguir aumentar la longitud entre los dos puntos fijos mediante un trazado en curva, que en ocasiones llega a formar un bucle completo (trazado helicoidal).

#### **1. 4. 4. 2. Túneles de carretera.**

También los túneles para carreteras pueden ser, al igual que para el ferrocarril, cortos y largos; su definición en planta también tiende a ser en recta por ser el camino más corto y por lo tanto el más económico, aunque al igual que para el ferrocarril se construyen en curva si las condiciones del terreno a atravesar lo recomiendan o por otras causas. Las curvas pueden ser más cerradas (son normales radios de 400 m).

El perfil longitudinal sigue las mismas pautas que los anteriores en cuanto a las condiciones necesarias para la evacuación de las aguas por gravedad, tanto durante su construcción como posteriormente y siempre que sea posible. La diferencia más importante, comparándolos con los de ferrocarril es en la pendiente

permitida: son pendientes normales las de 35 y 45 milésimas, e incluso se pueden utilizar en un tramo corto rampas de 65 milésimas, como en el caso de túneles subacuáticos en los que duplicando la pendiente se consigue reducir a la mitad la longitud del descenso hasta el nivel obligado.

La sección tipo de los túneles de carreteras es un poco mayor que la del ferrocarril de vía doble. El ancho para dos carriles ronda los 9 m, y la altura libre es alrededor de los 5 m. Lo normal es que se construyan túneles de dos carriles únicamente ya que en todos los túneles el aumento del ancho repercute de manera desproporcionada en el costo, al tenerse no sólo que excavar un mayor volumen sino también aumentar el espesor del revestimiento. Por ello es preferible excavar dos túneles paralelos con dos carriles cada uno cuando las necesidades sean de cuatro vías (dos para cada sentido). Un túnel excepcional en lo que se refiere a la anchura es el de Saint-Cloud en la autopista del Oeste a la salida de París que dispone de cinco vías de circulación. En cuanto al equipamiento del túnel es necesaria una iluminación que debe ser potente en la entrada, sobre todo de día, y disminuir progresivamente hacia el interior cuando ya el ojo humano se ha adaptado al cambio de luminosidad exterior-interior. La ventilación debe prevalecer hasta las situaciones de emergencia, como colapsos de tránsito e incendios. El proyecto de ventilación tiene gran influencia en el proyecto y la construcción del túnel, pues el paso de los conductos de aire ocasiona problemas de espacio, y los futuros pozos de ventilación del túnel se pueden utilizar durante la construcción para multiplicar los frentes de excavación del túnel y también como ventilación. En algunos túneles de carreteras se permite el paso de peatones y ciclistas, con el inconveniente de que además del aumento de las dimensiones del túnel y su repercusión en el costo, los ciclistas retrasan el flujo total del tráfico y tanto ellos como los peatones requieren unas normas más altas de ventilación, ya que permanecen durante más tiempo en el interior del túnel y además realizan ejercicio. Es por todo ello que se construyen túneles aparte, para peatones y ciclistas, en aquellos países en los que

es importante el transporte en bicicleta, o incluso por debajo de la plataforma de la carretera en cortos túneles subacuáticos de algunas ciudades. Estos túneles tienen unas restricciones mínimas, tanto de espacio como dependientes.

#### **1. 4. 4. 3. Transporte urbano (Metro)**

Estos túneles difieren en algunos aspectos de los de las líneas de ferrocarril. En primer lugar suelen tener frecuentes secciones subacuáticas, ya que son pocas las grandes ciudades que no tengan ríos o estuarios que cruzar, en este caso no existe el inconveniente de los túneles subacuáticos que precisan descender muy por debajo del nivel del terreno, ya que es por donde suelen discurrir los ferrocarriles urbanos.

Las pendientes pueden ser más pronunciadas, ya que no tienen que transportar mercancías pesadas: son normales pendientes del 3,5%, e incluso en ciudades con terreno más abrupto, como en Montreal, se ha llegado a pendientes de hasta un 6,3% adoptando llantas neumáticas para mejorar la adhesión.

En general son túneles tan poco profundos como sea posible, por la importancia de un rápido y fácil acceso desde la superficie; es por ello que en los tramos donde no se ocasionan excesivos problemas por el corte de calles ni en la corrección o el corte de servicios más superficiales (líneas eléctricas, de gas, de alcantarillado, etc.) se construyen por el método de corte y relleno que, como su nombre sugiere, consiste en excavar desde la superficie para posteriormente y a cielo abierto construir el túnel, y por último rellenar y reconstruir la superficie.

Otro método que afecta en menor grado a la superficie es el denominado por pantallas, muy útil en terrenos inestables o de relleno propios de zona urbanas. Se construyen dos pantallas de hormigón armado en el sentido longitudinal del túnel (en

esta fase sólo se han excavado dos estrechas y profundas zanjas verticales), a continuación se excava la zona entre pantallas hasta llegar a la línea curva de la bóveda, sirviendo el mismo terreno de encofrado, se arma y hormigona dicha bóveda, para por último vaciar el hueco (con maquinaria convencional) y construir la contra bóveda.

## **2. Solución al problema (en síntesis)**

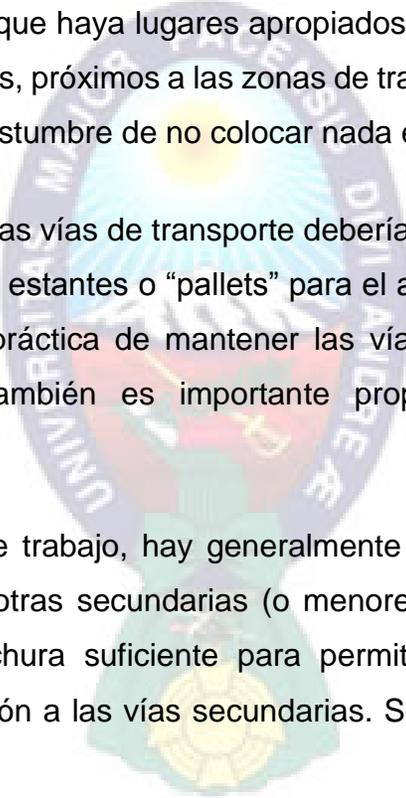
### **2. 1. Lograr vías de transporte despejadas y señaladas**

Unas vías de transporte despejadas, con accesos fáciles a las zonas de trabajo y a las áreas de almacenamiento, ayudan mucho a conseguir un flujo vehicular y flujo peatonal mejor, así como a asegurar un transporte rápido y seguro.

Si las áreas de transporte no están claramente señaladas, los materiales, y los elementos de trabajo y de desecho tienden a amontonarse en las vías de transporte. Estos montones irregulares no solamente obstaculizan el transporte y la producción, sino que además causan accidentes. Señalar las vías de transporte es, hasta ahora, la forma efectiva más simple de mantenerlas despejadas.

### **3. Parámetros para lograr avenidas y calles despejadas**

- a) Defina las vías de transporte de forma distinta a las áreas de almacenamiento en las zonas de trabajo o entre estas zonas. Consulte a los trabajadores sobre cómo indicar las vías de transporte que sean necesarias. Retire los obstáculos. Luego, marque en el suelo con pintura, ambos bordes de las vías de transporte.

- 
- b) Cuando las marcas de las vías de transporte estén ubicadas cerca de máquinas móviles o de materiales almacenados, proporcione vallas o barandillas de mano para hacer seguros los movimientos de los trabajadores.
  - c) Asegúrese de que no se coloca nada en las vías de transporte definidas, o se retira de ellas. Es necesaria la colaboración de todos en el lugar de trabajo. Asegúrese de que haya lugares apropiados para el almacenamiento, y para los desperdicios, próximos a las zonas de trabajo. Insista hasta que esté bien arraigada la costumbre de no colocar nada en el suelo.
  - d) El marcaje de las vías de transporte debería ser acompañado por el suministro de estanterías, estantes o “pallets” para el almacenamiento. Esto ayudará a establecer la práctica de mantener las vías de transporte despejadas de obstáculos. También es importante proporcionar recipientes para los desperdicios.
  - e) En un lugar de trabajo, hay generalmente vías de transporte centrales (o principales) y otras secundarias (o menores). Las vías centrales deberían tener una anchura suficiente para permitir un transporte activo. Preste también atención a las vías secundarias. Señale siempre todas las vías de transporte.
  - f) A veces será necesario reorganizar, en parte o en su totalidad, la disposición del área de trabajo con el fin de tener vías de transporte más cortas y eficientes. Esto puede que requiera un esfuerzo extra, pero valdrá la pena.

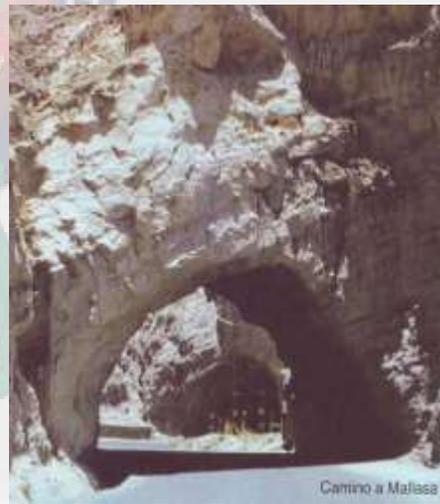
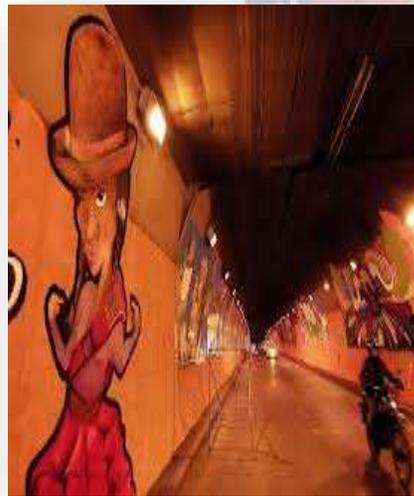
#### 4. Punto a recordar

El señalar las vías de transporte es el punto de partida para mantenerlas despejadas de obstáculos. Unas vías de transporte despejadas aseguran una buena circulación de materiales y previenen los accidentes.

4. 1. Referencia de túneles que existen en la ciudad de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y Pando.

4. 1. 1. Túneles en la ciudad de La Paz

Fotos Nº 1, 2.



**Fuente:**Foto Nº 1, túnel de foto tomada el 16 de septiembre de 2014. Foto Nº 2, túnel camino a Mallasa, foto bajada de internet el 15 de septiembre de 2014.

**Foto N° 3.**



**Fuente:** Foto N° 3. Entrada a Mallasa, foto tomada el 16 de septiembre del 2014.

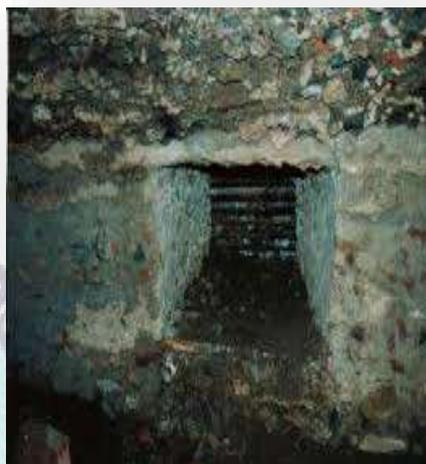
#### **4. 1. 2. Túneles en la ciudad de Cochabamba**

**Foto N° 1, 2.**



**Fuente:** Foto N° 1, 2, túnel que une el centro de la ciudad con la zona sur oeste de la ciudad de Cochabamba, foto bajada de internet el 20 de septiembre de 2014.

#### 4. 1. 3. Túneles en el Departamento de Pando



**Fuente:** Foto N° 1, 2, túnel que une el centro de la ciudad con la carretera Santa Cruz - Trinidad, foto bajada de internet el 20 de septiembre de 2014.

#### 4. 1. 4. Túneles en la ciudad de Santa Cruz

**Foto N° 1, 2.**



**Fuente:** Foto N° 1, 2, túneles que unirán el anillo 1 al anillo 4 de la ciudad de Santa Cruz, foto bajada de internet el 20 de septiembre de 2014.

## CONCLUSIONES

La monografía jurídica titulada, “Obstáculos que dificultan la viabilidad del transporte público en avenidas y calles de la ciudad de La Paz”, concluye de la siguiente forma:

Las ciudades son los lugares donde las personas viven, trabajan y desarrollan un gran conjunto de actividades, dentro y fuera de sus casas. Las actividades desempeñadas fuera de casa demandan el uso de distintas formas de transporte y se clasifican en un gran conjunto de desplazamientos realizados por varios motivos, como trabajo, educación, salud y entretenimiento.

A su vez, dichos desplazamientos dependen de la ubicación de las casas, de los lugares de trabajo, de las escuelas y del comercio así como de la infraestructura vial y los medios de transportes disponibles. Cuando se analiza los obstáculos que dificultan los desplazamientos de las personas en la ciudad, se observa que éstos son una constante amenaza para las personas y los conductores de servicio público como privado.

Es decir, existe una gran cantidad de obstáculos que hace que el transporte público y privado se vea perjudicado; este perjuicio se nota cuando las personas toman un vehículo para desplazarse en la ciudad y este tiene que perder más de una hora para llegar a su destino<sup>5</sup>.

Los modos motorizados implican un gran consumo de espacio y energía, además de producir emisión de contaminantes, ruido, accidentes de tránsito y congestión.

---

<sup>5</sup> Hago esta afirmación que no se la puede verificar en libros, ni en estadísticas peor en estudios e investigaciones, ya que como conductor (chofer) de movilidad de servicio al público, vivo cada día este inconveniente, que implica gastos adicionales a los que están establecidos; me refiero al gasto insulso de gasolina, cambio de aceites, y otros, que no tienen precio ni entran en el presupuesto que se ha determinado para el día o el mes.

Los impactos son particularmente según la prioridad y el fin con el que se va tomar o subir a una movilidad de servicio público.

Por toda la fundamentación expuesta, llegamos a conclusión principal diciendo que hemos cumplido con nuestro objetivo general y prioritario demostrar que los obstáculos dificultan la viabilidad del transporte público en avenidas y calles de la ciudad de La Paz, ocasionando accidentes y perjuicios económicos a terceras personas, como a los conductores (chóferes) de servicio público.

Por lo tanto propongo a las instancias pertinentes municipales y estatales la construcción de túneles cortos y largos; túneles cortos para el desplazamiento a pie de las personas y túneles largos para el desplazamiento de las personas.

La construcción de un túnel depende fundamentalmente de 2 factores, factores que cumple la ciudad de La Paz, que son:

1. Tener la necesidad de contar con un tráfico descongestionado y despejado para conductores y peatones.
2. Contar con el terreno (Geología) y los métodos de construcción, los cuales están íntimamente relacionados con la forma del terreno en el cual se realizará el túnel.

## RECOMENDACIONES

Para cerrar el tema de investigación monográfica, se recomienda las autoridades municipales realizar un estudio de viabilidad vehicular que con los resultados del mismo se pueda elaborar y proponer el tipo de túneles que la ciudad de La Paz necesita tanto para los peatones como para el desplazamiento vehicular.

A fin de disminuir, ordenar 3 aspectos;

1. El excesivo uso de señalizaciones de tránsito que dificultan la normal viabilidad y desplazamiento de vehículos.
2. Ordenar y sancionar a toda persona que ponga obstáculos en las calles y avenidas.
3. Con respecto a los comerciantes; estos en el caso de que se construyan los túneles cortos se los podría reubicar en tiendas que estén situadas en los túneles.

La opción de la construcción de túneles en los dos tipos que hemos explicado reducirá implícitamente los obstáculos y las incomodidades y necesidades que tiene el peatón en el momento de desplazarse en las calles y avenidas, de la ciudad de La Paz. Todo esto con el fin de garantizar el derecho del libre desplazamiento de las personas que la Constitución Política del Estado Plurinacional garantiza como uno de los derechos fundamentales.

## BIBLIOGRAFÍA

BERNAL, Padrón Fernando; El problema vial; Oficina Departamental de Caminos de Lima.

CAL Y MAYOR, Rafael; Ingeniería de Transito; Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A.; México; 1972. Lima; Perú; 2003.

Cimentaciones y Túneles. Barcelona, Reverte, 1973.

CORNEJO, L. Excavación mecánica de túneles. Madrid, Rueda, 1988.

GONZÁLES Paz, José; Transportes Urbanos; De Magerit S.A., Madrid 1952.

GALABRU, P. Tratado de procedimientos generales de construcción. Volumen III.

JUNCA, J.A. El túnel I. Historia y mito. Madrid, Colegio I.C.C.P. y CEDEX, 1991

MEGAW, T. M.; BARTLETT, J.V. Túneles. Planeación diseño y construcción. Volumen I.

MATÍAS, León José, MONTOYA Giselle; Curso de Transito y Diseño Vial; Universidad Nacional de Ingeniería; Facultad de Ing. Civil; Lima; 2003. MÉXICO, Limusa S.A., 1988.

MEGAW, T.M.; BARTLETT, J.V. Túneles. Planeación diseño y construcción. Volumen II. México, Limusa S.A., 1990

M.O.P.T.T., DIRECCIÓN DE VIALIDAD. Manual de carreteras. Volumen III. Chile, 2001.

SANTOS, A. Curso básico de replanteo de túneles. Madrid, Colegio de I.T. en topografía, 1992.

TAPIA GOMEZ, ANA. Topografía subterránea. México, Alfa omega, 1999

## **NORMATIVA NACIONAL**

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO (2009). Gaceta Jurídica. 1ra. Edición. La Paz-Bolivia.

CÓDIGO DE TRANSITO BOLIVIA, 16 de febrero de 1973 La Paz – Bolivia.

LEY MARCO DE AUTONOMÍAS Y DESCENTRALIZACIÓN N° 031 de 19 de julio de 2010.

LEY MUNICIPAL N° 15, 18 de abril DE 2012. Transporte y Tránsito Urbano Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Educación vial.

LEY 165 de Transporte, del 16 de agosto del 2011.

REGLAMENTO DE TRANSITO 2 de abril de 1973 La Paz – Bolivia.

## REFERENCIA ELECTRÓNICA

[www.microtunnel.com](http://www.microtunnel.com)

[www.vialidad.cl](http://www.vialidad.cl)

[www.coiim.es/enla/Industria/primeros\\_tuneles.htm](http://www.coiim.es/enla/Industria/primeros_tuneles.htm)

[www.cornwallis.kent.sch.uk/intranet/elearn/science/eurotunn/1museum1.htm](http://www.cornwallis.kent.sch.uk/intranet/elearn/science/eurotunn/1museum1.htm)

[www.tuneleros.com/metodos\\_veloci\\_00.htm](http://www.tuneleros.com/metodos_veloci_00.htm)

[www.flygt.com/flygt/news/impeller/no55/spain/home2.htm](http://www.flygt.com/flygt/news/impeller/no55/spain/home2.htm)

<http://dsc.discovery.com/convergence/engineering/alpstunnel/interactive/interactive.html>

