1 PLANIFICACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN

1.1 ANTECEDENTES.

El desarrollo de la vialidad en el Ecuador esta marcado por un lento proceso de cambio tecnológico, precedido por las oportunidades de inversión en la construcción, ampliación y mejora física de sus corredores, como telón de fondo que matiza la gestión estatal.

Una condición de notable influencia en esta gestión, es el constante abandono de las actividades de conservación o mantenimiento, que ha significado la pérdida de perspectiva, si alguna vez la hubo, de un desarrollo sostenido que garantice constantemente altas prestaciones de la carretera para el usuario, basadas en estrategias y políticas que optimicen el empleo de los siempre escasos recursos económicos y la tecnología más eficiente en términos de administración de redes viales.

La administración de la red vial hasta hace 8 años estuvo en general a cargo del Estado[1], con alguna excepción de una parte muy pequeña de esta (12 Km) que fue cedida a la iniciativa privada bajo la modalidad de concesión, en 1994; es el caso de la Autovía General Rumiñahui, entre Quito y Sangolquí.

La red vial primaria en el Ecuador es de aproximadamente 9.000 Km, de los cuales 1124 son gestionados por concesionarias nacionales en la Provincia del Guayas, Manabí y el corredor de la Panamericana en el trazado de montaña; y, 103 Km adicionales, bajo la figura de un contrato de rehabilitación y mantenimiento multianual (7 años) que constituye la principal conexión entre la sierra y la costa (Alóag – Sto. Domingo), a cargo también de la empresa privada.

La red vial nacional que incluye las redes secundaria y terciaria, alcanza aproximadamente 44.000 Km de longitud, con una composición diferente en cuanto a la condición de la capa de rodadura; entre terrecerías, lastre y gravas, tratamientos asfálticos superficiales, concreto asfáltico y hormigón de cemento hidráulico, en orden de extensión.

Si bien la inauguración de las concesiones en el Ecuador ha significado un importante paso hacia el manejo sostenible de la red vial nacional, con todos los aportes que comportan la introducción de nuevas tecnologías de construcción, rehabilitación, mantenimiento y especialmente auscultación y administración; no es menos cierto que las concesiones no pueden sustituir la responsabilidad del Estado en la administración de la red vial nacional; es más, no todos los proyectos viales están en condiciones de ser concesionados y tampoco son atractivos para la inversión nacional y extranjera.

De manera que, el desafío de introducir conceptos modernos de administración y gestionar la red vial bajo requerimientos tecnológicos compatibles con la magnitud de objetivos que se plantean, es un tema pendiente especialmente para el sector público e implica identificar y obtener los recursos necesarios para auscultar, observar, capturar información y administrarla, con el fin de ayudar a la toma de decisiones gerenciales.

[1] *Entiéndase gobiernos centrales y seccionales.*

Bajo este panorama, nuestra entidad educativa debe encontrar el espacio de colaboración con el Estado y la empresa privada, para apoyar, mediante la investigación, el desarrollo de la vialidad nacional. Considero que existe el interés de todos los sectores por la administración vial y concretamente por la auscultación de pavimentos.

Ahora ya existen empresas dedicadas a la concesión y a la consultoría, que se han unido estratégicamente para cumplir estas actividades; es el momento para que las oportunidades que se han brindado a profesionales y estudiantes, se expresen con el respaldo de la universidad, y concurrir al encuentro de aspectos formativos que nos permitan avanzar en el propósito de cambios cualitativos.

En un país como el nuestro y con la economía actual, no se puede contar con una tecnología de primer mundo, pero esto no debe ser causa para quedarnos atrás en el conocimiento de nuevas tecnologías que nos permitan utilizar eficientemente los recursos a nuestro alcance y mejorar el estado actual de los procesos de estudio, diseño, rehabilitación, construcción y mantenimiento de las vías.

En este orden de ideas y previa consulta con los ejecutivos de la sociedad consultora INEXTEC CIA. LTDA., primera empresa nacional especializada en auscultación de carreteras; propongo el presente tema y sumario de tesis con la certeza de que mi participación laboral en esta compañía en los últimos seis años, sumado a su compromiso en este propósito, me permitirán el acceso a información bibliográfica única y relevante en su poder, y el apoyo necesario para llevar a la práctica el caso de estudio materia de investigación.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La administración vial en el Ecuador ha dado un giro importante en los últimos ocho años. El factor determinante de este giro es la operación del sistema de concesiones.

Esta realidad demanda un análisis pormenorizado especialmente en cuanto a las estrategias y políticas que el sector privado aplica en este contexto y por cierto el marco regulador con el Estado enfrenta la intervención del sector privado, especialmente en cuanto a los aspectos técnicos que son los que motivan nuestro interés.

Para cumplir este objetivo, es necesario realizar un estudio que nos permita conocer las diferentes condiciones (antes y después) de este proceso y, obtener una perspectiva de las realizaciones y omisiones en el nivel de la ingeniería de pavimentos; así como conocer en la esfera internacional, las prácticas recomendables a este respecto y nuestro estado de desarrollo. Pero además, constituye también un objetivo de esta tesis, desarrollar una investigación aplicada en un proyecto de 20,1 Km de longitud bajo competencia de la Ministerio de Obras Públicas en la provincia del Azuay, de donde se intenta sistematizar las experiencias metodológicas en auscultación, para obtener conclusiones que orienten la evolución de estas técnicas.

Al investigar obtenemos varios puntos de los cuales se puede partir; si bien vale decir que las metodologías se mostrarán en sus diferentes variantes, el resultado que se busca es valorar su grado de aplicación para la realidad actual del desarrollo vial en el país; para esto se establecerá la cobertura de los principios de medida, tanto como el tiempo y costos que generarán dichos métodos.

Las entidades educativas deben tener una nueva visión sobre el desarrollo de la ingeniería vial en el mundo y en el Ecuador, acorde con los avances vertiginosos de la tecnología. Deben preparar a sus estudiantes con una mirada hacia este cambio tecnológico que esta empezando a variar en aspectos de diseño, control de construcción, monitoreo y servicio para el usuario; y, por que no decirlo en cuanto al empleo y aprovechamiento de materiales de construcción y conceptos de gerencia vial.

Las experiencias nacionales nos han dado una clara idea de que se puede y que se debe emplear nueva tecnología tanto en los procesos de estudio, diseño, rehabilitación, construcción y mantenimiento de las vías, pues esto genera no solo beneficios económicos para la empresa privada, sino también para los usuarios de las mismas.

Los focos importantes dentro de la vialidad desde el punto de vista económico son los usuarios, las empresas y consecuentemente el país los mismos que se benefician de unas infraestructuras más eficientes, mejor diseñadas, construidas y especialmente conservadas.

La concurrencia del sector público y la empresa privada será de gran valor. Todos los sectores involucrados podrán hacer uso de este trabajo ya sea bien como umbral de la tecnología moderna o como probatorio a sus ya empleadas técnicas.

1.3 MARCO CONCEPTUAL.

1.3.1 Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía, obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetitivas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes del Intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe ser durable.

- Presentar condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- Debe ser económico.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permitan una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan al usuario, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe ser adecuadamente moderado.

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semirígidos o semiflexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

Pavimentos flexibles.- Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta de capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante pueden prescindirse de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

En la figura No. 1.1 se muestra un corte típico de un pavimento flexible.

Pavimentos semi-rígidos.- Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas de pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

Pavimentos rígidos.- Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aún cuando existan zonas débiles en la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

En la figura No. 1.2 se muestra un corte típico de un pavimento rígido.

FIGURA 1.1.- Sección Típica de un Pavimento Flexible

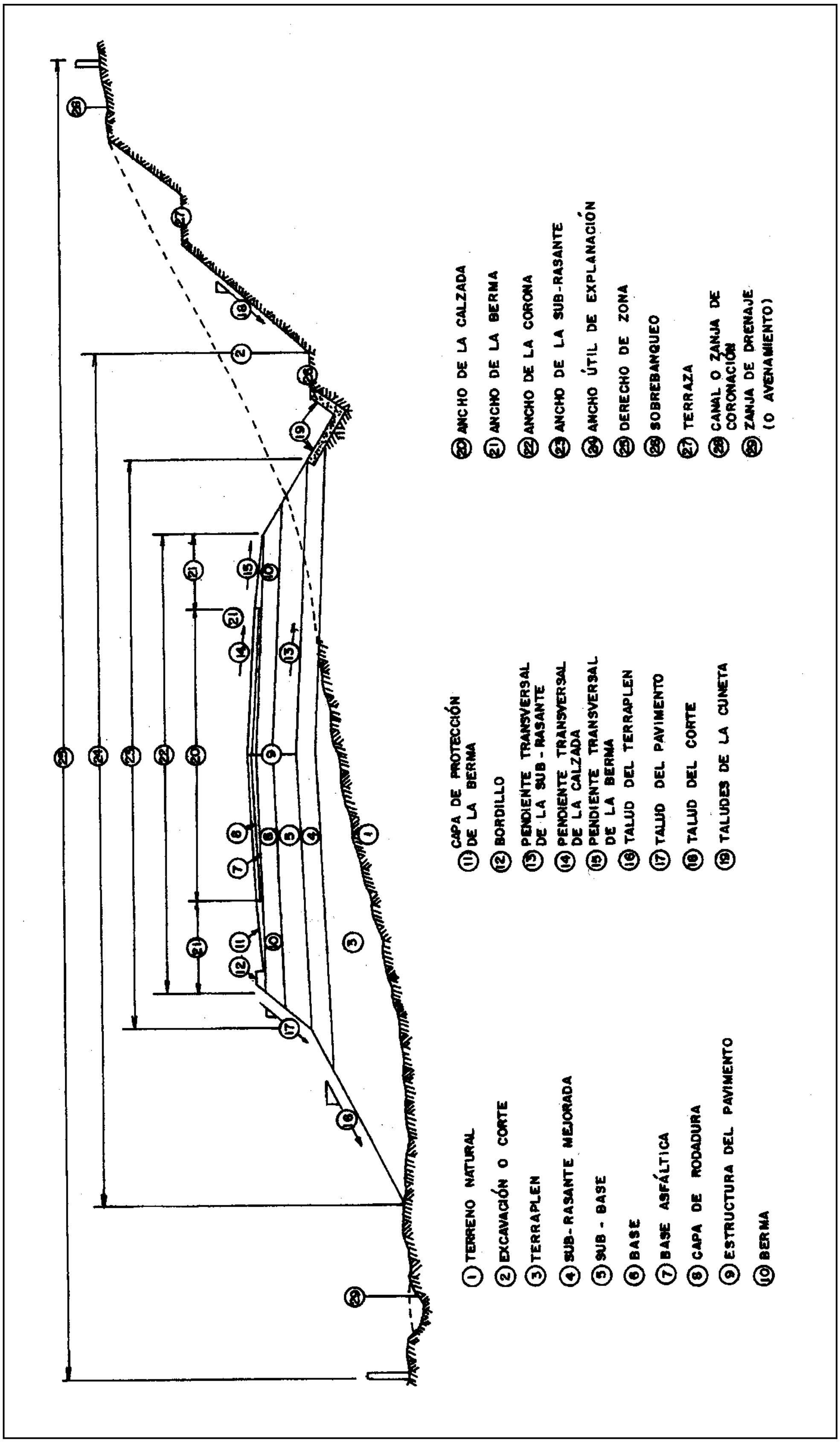
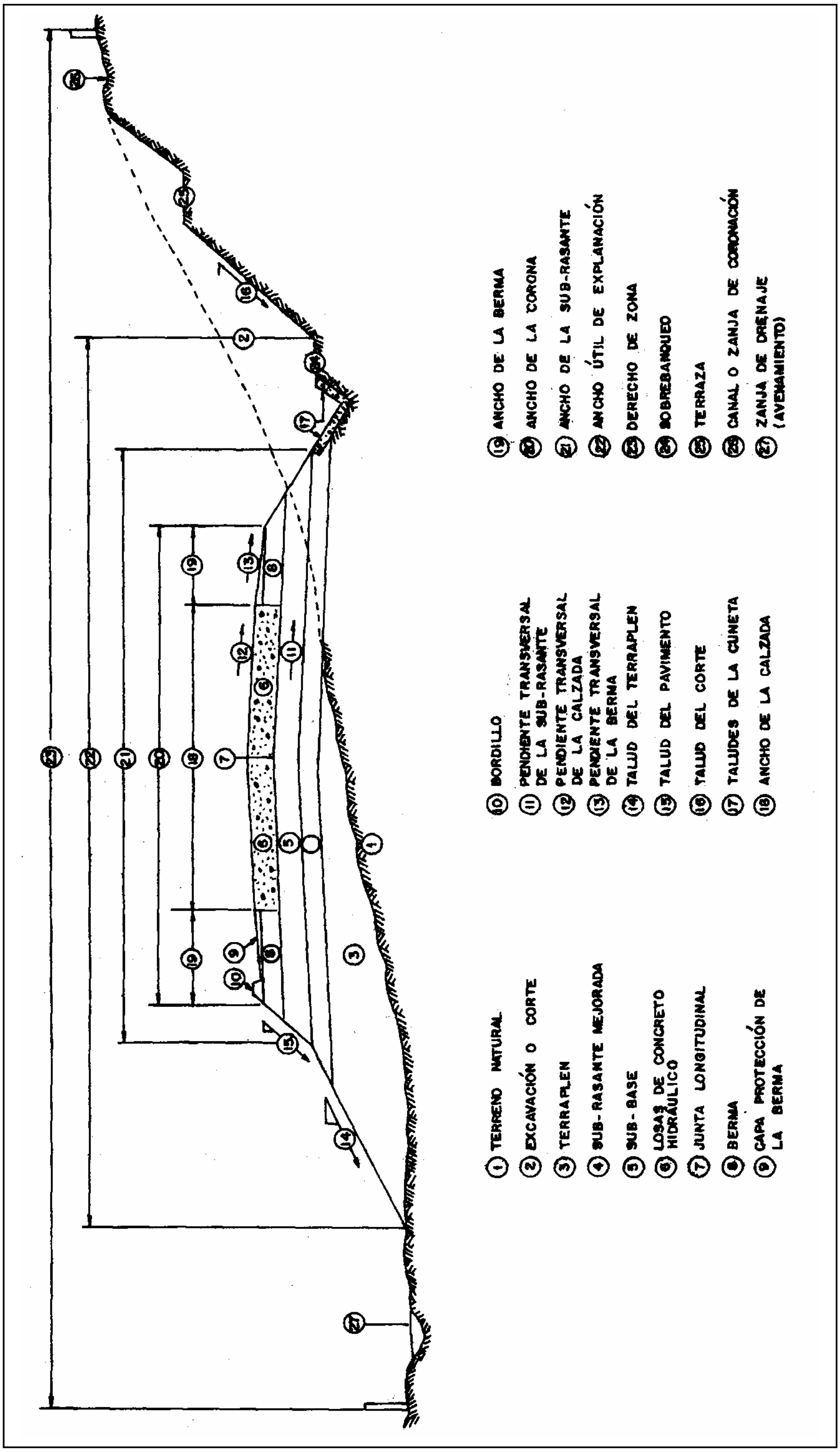


FIGURA 1.2.- Sección Típica de un Pavimento Rígido



Pavimentos articulados.- Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Este puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de las cargas que circularan por dicho pavimento.

1.3.2 Auscultación Vial

La Auscultación es la investigación a detalle de diferentes parámetros, los mismos que se comparan con valores estándares de diversas entidades normativas, que nos ayudan a determinar el estado en nuestro caso de la carretera.

Existen diferentes tipos de instrumentación para la obtención de dichos parámetros, los mismos que abarcaremos en el capítulo 3.

La Auscultación Primaria se la puede entender como el preámbulo de toda investigación. En este proceso se recauda la mayor cantidad de información de acuerdo a los requerimientos del ensayo. Se establece que ensayos se evaluarán y registrarán, que tipo de equipo se utilizará (dependiendo del tiempo y presupuesto sostenido), así como que programas se ejecutarán.

En la actualidad, la obtención de parámetros que definan las características del pavimento requiere de un trabajo más allá de laborioso, científico. Gracias a la ayuda de la Informática, podemos realizar esta captura con modernos equipos que a más de generarnos beneficios con la facilidad de tiempo, nos provee de una seguridad de los parámetros ya que su grado de error es cada vez más ínfimo.

Una vez realizada la Auscultación primaria, es conveniente y necesario realizar un seguimiento frecuente y progresivo del desarrollo de la vía, para poder evitar a tiempo daños irreversibles.

1.3.3 Inventario Vial

Un inventario es una relación de unos activos de una empresa u organismo. Su objetivo es disponer en todo momento de una información suficiente para poder hacer uso adecuado de la misma y tomar las decisiones de gestión precisas en las que intervengan esos activos. En el caso de las carreteras, la empresa u organismo es la administración competente y el activo es la red de carreteras.

El inventario de carreteras debe suministrar una información veraz, actualizada y pertinente sobre la extensión, situación y características de una red de carreteras. Habitualmente los inventarios de carreteras han sido utilizados y concebidos para ser la base de la planificación de carreteras, para la realización de diversos tipos de estudios o para la elaboración de estadísticas que permitan conocer el estado general de la red. Actualmente se comienza a pedir otras características adicionales que habiliten al inventario como elemento útil para la gestión económica y por lo tanto que tenga en cuenta las características relacionadas con el mantenimiento y explotación.

Alcance del Inventario

El tipo de características viales a incluir en el inventario y su nivel de detalle han sólido ser determinados por los datos necesarios para los estudios de planificación y para las labores de conservación; actualmente se están incluyendo también datos útiles para la explotación. Al decidir los datos que se han de incluir en el inventario hay que tener en cuenta los procedimientos existentes para la recogida y proceso.

Sistemas de Inventario

El inventario requiere en primer lugar una relación biunívoca y permanente entre los datos y el tramo físico de carretera al que se refieren. Para esto se debe contar con un sistema de referencia de la red para poder inventariar.

Normalmente una red de carreteras de primer orden tiene un sistema de identificación basado en una numeración de las carreteras por tipos, y una partición de las mismas en distancias sensiblemente homogéneas mediante los hitos kilométricos. En cualquier caso los trabajos de planificación, construcción, conservación y explotación exigen una unidad mayor al kilómetro e inferior a la carretera total, que tenga unas características de entorno, geométricas, estructurales y de explotación suficientemente uniformes. Esta unidad, así definida, se denomina tramo y suele ser, por tanto, la unidad operativa del inventario, lo cual obliga a un esfuerzo previo de tramificacion de la red a tratar. Los tramos quedan definidos por sus orígenes y términos, que puedan ser nudos de carreteras o hitos de referencia, y que a su vez se determinan por sus coordenadas topográficas en algunos casos o por referencias materiales sobre el terreno en otros. Así mismo dentro de los tramos se pueden definir subtramos los mismos que se podrán identificar de acuerdo al kilometraje, siempre y cuando sea sencilla su referenciación respecto al comienzo y al final del tramo.

Tipos de Inventarios

Los datos recogidos en los inventarios se diferencian en función del tipo de necesidades a cubrir y la tecnología disponible. Existen hoy en el mundo tres tipos o generaciones de inventarios:

Primera generación (manuales), cuya tecnología es anterior a 1975; su objetivo era alcanzar un conocimiento detallado del patrimonio vial, obtenido a través de la observación visual y la medida con instrumentos tradicionales para su registro en soportes de papel.

Segunda generación, hasta 1984, en la que se busca una mayor operatividad del inventario mediante una toma de rendimiento medio, eminentemente fotográfica y con uso de instrumentación y proceso electrónico limitado; los datos, recogidos con un incremento de velocidad notable en determinadas medidas respecto al sistema anterior, se introducen a mano en centros de calculo; en este periodo se comienza el tratamiento estadístico de los mismos.

Tercera generación, desde 1984, caracterizada por una toma automática de alto rendimiento mediante el uso extensivo de la instrumentación automática de precisión y la microinformática, así como por la utilización intensiva de procedimientos informáticos tanto en el proceso, como en la explotación de los datos en bruto y ya elaborados.

Datos requeridos

Un inventario contiene las características permanentes del pavimento, por lo que existe una amplia variedad de datos que serán candidatos a considerarse en el inventario. Debido a esto, hay un compromiso entre el nivel de detalle, el costo y el tiempo invertido en la recolección y análisis de los datos, por esto se han definido los distintos tipos de datos a considerar en la gestión de pavimentos, estos son los siguientes:

- Referencia (ubicación)
- Descripción de la sección
- Espesores de capa
- Características del suelo de fundación, CBR, modulo resiliente (Mr) y modulo de reacción de la subrasante (K)
- Características de la sección transversal
- Características del trazado
- Señalización Vertical
- Señalización Horizontal
- Elementos en las márgenes
- Intersecciones y pasos a nivel
- Medio Ambiente
- Estructuras
- Túneles
- Velocidades de circulación
- Obras de Arte (alcantarillas, Puentes)
- Plazas de Peaje
- Iluminación
- Barreras
- Etc.

1.3.4 Evaluación Estructural

Las carreteras además de proporcionar una superficie segura y cómoda deben resistir la carga de los vehículos pesados que producen una pérdida lenta y progresiva de la capacidad inicial de resistir esas cargas. La forma más frecuente de establecer la capacidad estructural del firme[2] es determinando la deflexión con desplazamiento vertical bajo una carga normalizada de referencia.

La deflexión es un valor evolutivo que representa el estado estructural del firme, respecto a un valor inicial de deflexión mínima. Las técnicas de

[2] Se entiende como calzada.

interpretación de los valores de la deflexión permiten cuantificar las actuaciones necesarias de refuerzo o rehabilitación del firme. El valor de la deflexión se debe interpretar en función del firme y de los espesores de las capas que lo constituyen.

La función estructural depende de la propia capacidad resistente (materiales y espesores), así como del estado de envejecimiento del pavimento, por lo que la auscultación estructural debe incluir mediciones de deflexión y una inspección visual.

La auscultación estructural de carreteras es una técnica que proporciona un conocimiento detallado del estado de los pavimentos, lo que permite efectuar el monitoreo de su comportamiento a través del tiempo y programar el mantenimiento de un modo racional y más económico.

La metodología de auscultación estructural ha ido variando con el tiempo en función de los continuos avances de la tecnología y se requiere que los nuevos equipos de medición permitan la evaluación sistemática de los parámetros característicos del pavimento, posibilitando un buen rendimiento operacional y que su trabajo interfiera lo menos posible con el uso normal de la carretera.

Los posibles resultados de una evaluación estructural son:

- Evaluación de capacidad de soporte
- Evaluación de transferencia de carga
- Diseño de rehabilitaciones
- Retrocálculo de los parámetros de resistencia de las capas
- Monitorear cambios de las propiedades
- Detectar pérdida de soporte en las esquinas
- Realizar predicciones de vida remanente

1.3.5 Evaluación Funcional

Cuando hablamos de evaluación funcional, nos referimos al estado que la vía representa debido a los deterioros superficiales. La superficie de las carreteras se diseña y conserva siguiendo un sistema de coste efectivo, para proporcionar niveles aceptables de seguridad y calidad de rodadura para los usuarios de las carreteras y para preservar la integridad estructural del firme.

La mayoría de auscultaciones funcionales son del tipo superficial y definitivamente no destructivas (Non Destructive Test), se pueden citar las siguientes características superficiales:

Resistencia a la rodadura
Resistencia al deslizamiento
Regularidad superficial o lisura (longitudinal y transversal)
Propiedades reflexivas y color
Ruido de contacto neumático – pavimento
Proyecciones de agua al paso de los vehículos
Consumos debidos al contacto neumático – pavimento
Permeabilidad y drenabilidad

Tiempo de congestión
Limpieza
Resistencia al ataque de los aceites y combustibles, entre otras.

Estas características tienen diferente grado de importancia en la funcionalidad de las carreteras, lo cual determina así mismo, su peso en la ponderación matemática del nivel de servicio, junto con las características estructurales, ponderación de la que se hablará posteriormente; por cierto, los diseñadores y constructores no suelen incluir a todas, tanto como establecen los valores mínimos y máximos aceptables cuando se trata de evaluar cada uno de ellos.

Los aspectos funcionales que usualmente se conocen con el apoyo de estas técnicas son la seguridad, comodidad, gastos de explotación, contaminación ambiental, etc.

1.3.6 Niveles De Servicio

El **nivel de servicio** es una medida puramente cualitativa de las condiciones de circulación, que tiene en cuenta el efecto de varios factores tales como velocidad y el tiempo de recorrido, la seguridad, la comodidad de conducción y los costes de funcionamiento. La manera de combinar estos factores dependerá del tipo o elemento de carretera que se este considerando, por lo que la definición de cada nivel de servicio particular será distinta, por ejemplo, en intersecciones, en tramos de carreteras de dos carriles, en autopistas, etc.

El acceso a la movilidad es un servicio social básico y el privilegio de utilizar la infraestructura de carreteras debe extenderse a todos los ciudadanos. En consecuencia, la evaluación de las necesidades de infraestructuras no puede limitarse a la mera justificación económica, sino que debe basarse además en otros parámetros.

Existen diversas entidades, asociaciones, institutos, etc., que determinan mediante largos años de estudio, parámetros mínimos y máximos para diferentes tipos de ensayos. El estar siempre dentro de los valores permisibles, establece un nivel de servicio adecuado de la carretera para los usuarios.

Las tablas a continuación nos dan un previo conocimiento de algunas valoraciones en distintos tipos de ensayo:

NIVELES ACEPTABLES DE SERVICIO

TPDA	CALIFICACION
> 5000	> 4.5
3000 – 5000	4.0 – 4.5
1000 - 3000	3.5 – 4.0

RANGOS ACEPTABLES DEL ASPECTO DE LA CALZADA

TPDA	IRI (m/Km)	PCI	RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO	SURCO DE HUELLA (mm)	DEFLEXIÓN (mm)
> 5000	2 - 3	85 –100	> 55	6.0	< 0.40
3000 – 5000	3.5	85 – 100	> 55	6.0	0.45 – 0.40
1000 - 3000	4	85 - 100	> 55	6.0	< 0.5

La capacidad de una sección de carretera es el número máximo de vehículos que tienen una probabilidad razonable de atravesar la sección durante un periodo dado de tiempo en unas condiciones determinadas de la carretera y del tráfico, expresado en vehículos a la hora.

La capacidad depende de las condiciones existentes. Estas condiciones se refieren fundamentalmente a las características de la sección y las del tráfico. El conocimiento de la capacidad de una sección de carretera es absolutamente necesario para proyectarla de forma que permita hacer frente a la demanda prevista. Sin embargo no es suficiente en la práctica, porque las condiciones de circulación cuando se alcanza la capacidad son muy deficientes. Por ello es conveniente que la carretera funcione con intensidades de tráfico inferiores a la capacidad. Ahora bien, una carretera que se construye con una capacidad mucho mayor que la demanda de trafico prevista, representa un despilfarro que interesara evitar. Por consiguiente para escoger la relación entre la intensidad de tráfico prevista y la capacidad de la carretera habrá que ponderar por un lado los gastos e incomodidades aceptables que lleguen a experimentar los usuarios y por otro lado el coste de la carretera. Para ello seria necesario conocer la relación existente entere la intensidad de trafico que circula y diversos factores como la velocidad media, el numero de accidentes, la sensación de comodidad de los conductores, etc., y esto para cada tipo de carretera y para diferentes elementos de las mismas. Además haría falta poder valorar en términos monetarios todos estos factores. Con ello podría calcularse la relación entre intensidades y capacidad que hace mínima la suma total de costes.

En la práctica, es necesario proceder de una manera más sencilla. Para ello habrá que establecer unas condiciones de la circulación que se consideren aceptables. Las condiciones que pueden ser aceptables en una cierta situación resultaran inaceptables en otras. Por ello para realizar un análisis de capacidad hace falta establecer una escala de condiciones de circulación de mejores a peores, desde el punto de vista del usuario de la vía, y elegir aquellas que parezcan más adecuadas a la situación en estudio.

1.3.7 Diseño de Pavimento

Para realizar el diseño de un pavimento, ahí que tener en cuenta ciertos parámetros, los mismos que se señalan a continuación:

El Tránsito.- Interesan el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem o tridem) esperadas en el carril de diseño (el mas solicitado, que determinará la estructura del pavimento de la carretera) durante el período de diseño adoptado. La repetición de las cargas del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las solicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zonas de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc.

La Subrasante.- De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en la que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento – retracción). Los cambios de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar graves daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura con algún tipo de aditivo.

El Clima.- Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura.

Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y asfálticas.

Los cambios de temperatura en las losas de pavimentos rígidos ocasionan en éstas esfuerzos muy elevados, que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por lar cargas de los vehículos que circulan sobre ellas.

En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía.

Los Materiales Disponibles.- Los materiales disponibles son determinantes para la selección de las estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender el volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida por la distancia de acarreo. Por otra parte, se deben considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes, especialmente.

La determinación de los parámetros para realizar el respectivo diseño, es solo el comienzo de todo proceso constructivo, más allá de la veracidad del diseño, esta la metodología de construcción, la misma que se califica por la calidad de control.

Entre los aspectos relevantes de toda construcción se encuentra el ambiental, el mismo que se analiza en tres fases: antes, durante y después de la construcción.

Existen ordenanzas a nivel estatal que se deben cumplir durante este proceso, las mismas deben señalarse en un plan de mitigación ambiental, a continuación se detallan algunas normas que se deben seguir:

- Cumplir con la legislación y reglamentación medioambiental.
- Reducir la producción de residuos.
- Proyectar obras de forma que se reduzca al mínimo el impacto ambiental de estas, tanto en la construcción como en su uso.
- Evaluar por anticipado el impacto medioambiental de las nuevas actividades, productos y servicios.
- Fomentar en los empleados el sentido de la responsabilidad en relación con el medio ambiente.
- Proporcionar información sobre nuestro comportamiento medioambiental a las partes interesadas.
- Fomentar que los subcontratistas y proveedores de la empresa apliquen normas de gestión medioambiental.
- Revisar periódicamente la política y el funcionamiento del sistema de gestión medioambiental.

1.3.8 Administración Vial

En la mayoría de los países, las redes de carreteras constituyen uno de los mayores activos de la sociedad y son de propiedad estatal. La financiación de la infraestructura viaria es de crucial importancia cualquiera que sea la etapa de desarrollo en que se encuentre un país.

Tradicionalmente ha existido una compleja interacción entre la empresa pública y la empresa privada en la Administración Vial; entre la financiación con los impuestos o con tarifas y peajes privados; entre el control por medio de la regulación o el libre juego de las fuerzas del mercado. El papel de los gobiernos ha evolucionado, y esta evolución ha sido más rápida en los países en vías de desarrollo, en los que existe una mayor necesidad de intervención estatal para impulsar el desarrollo de la economía y de la infraestructura. Sin embargo, incluso en el mundo desarrollado, el Estado juega un papel primordial en el desarrollo económico y social, no sólo como generador directo del mismo, sino también como socio, catalizador y facilitador. Los gobiernos de todo el mundo necesitan establecer acuerdos institucionales y aplicar estrategias de desarrollo que fomenten el crecimiento y sirvan al mismo tiempo para extender de manera equitativa entre todos sus ciudadanos los beneficios del progreso económico y social.

La finalidad de una Administración de Carreteras consiste en prestar el mejor servicio posible a los usuarios de las mismas. Para ello es necesario disponer de indicadores de calidad que expresen las necesidades del usuario –en relación con la construcción, conservación y explotación de las carreteras– y permitan evaluar en qué medida se cumplen los objetivos. Además de esto, las Administraciones de Carreteras se ven obligadas cada vez más a buscar procedimientos que permitan optimizar la capacidad de la infraestructura vial existente, con el fin de evitar una disminución en el nivel de calidad del servicio.

Los desafíos que se plantean a las Administraciones de Carreteras, en su calidad de explotadores, consisten en satisfacer las demandas de los usuarios. Mediante esta nueva disciplina se debe apoyar tecnificada y objetivamente, la toma de decisiones respecto a las inversiones que se deben realizar en los distintos tipos de elementos de la infraestructura, a fin de alcanzar un nivel de servicio adecuado a las necesidades de los usuarios de las vías, teniendo en consideración que los recursos existentes para proveer dicho nivel de servicio son limitados.

Los Alcances de la Administración Vial son:

- Economía máxima o razonable, en términos de la Administración y costes al usuario.
- Seguridad máxima o suficiente.
- Funcionalidad máxima o razonable sobre el periodo del proyecto.
- Capacidad de carga soportada máxima o suficiente en magnitud y número de repeticiones de carga.
- Deterioro físico mínimo o limitado debido a las influencias ambientales y de tráfico.
- Ruido y contaminación del aire mínimo o limitado durante la construcción.
- Mínimas o limitadas molestias en los usos del suelo próximo.
- Estética agradable máxima.

Las funciones, las responsabilidades, la orientación estratégica, la estructura y los recursos de las Administraciones de Carreteras están condicionados por un complejo conjunto de fuerzas. En cualquier caso, los principales motores son los desarrollos económicos, sociales, políticos, medioambientales y tecnológicos.

Las redes de carreteras pasan por distintas fases de desarrollo, que se pueden denominar: Nacimiento, Crecimiento, Modernización y Madurez.

Existe una clara correlación entre el desarrollo socioeconómico y el desarrollo de la red de carreteras: los países en vías de desarrollo se preocupan principalmente por el desarrollo de su red viaria, mientras que los países desarrollados están más interesados en la modernización de la red existente.

Las fuerzas políticas, económicas, sociales y tecnológicas plantean desafíos muy importantes a las Administraciones de Carreteras durante el desarrollo de las redes.

1.4 UBICACIÒN GEOGRÀFICA DEL CASO DE ESTUDIO.

El caso de estudio se encuentra ubicado en la provincia del Azuay, esta vía es importante en el desarrollo socio-económico de las provincias de Azuay y Loja, así como de los pueblos y comunidades ubicados en la zona de influencia de travesía de la carretera, inicia en el Km 16 de la vía Cuenca – Machala atraviesa la localidad de Cumbe y acaba en una longitud de 20,1 Km en donde empieza el tramo II de la vía que llega hasta la ciudad de Oña.

Un detalle más exacto se muestra en el siguiente gráfico.