

1.1 INTRODUCCIÓN

El Patrimonio Vial cuantifica en términos monetarios los caminos y otros activos viales que forman parte de la infraestructura vial, siendo su valor un importante indicador de la gestión realizada por las instituciones viales, ya que permite determinar los montos necesarios a invertir en conservación cuando estos caminos no estén en su estado óptimo.

Un componente importante de la Gestión de la Infraestructura Vial es la Valorización del Patrimonio Vial. Se ha demostrado que el cálculo periódico del Patrimonio Vial permite a las instituciones monitorear la infraestructura y minimizar la pérdida del valor de la misma asociada a causas como el deterioro físico, la subutilización o los riesgos en la seguridad. Sumado a lo anterior, la valorización del Patrimonio Vial facilita a las instituciones la toma de decisiones de inversión además de justificar los montos necesarios de inversión en conservación de la Infraestructura Vial.

El valor depende de la magnitud de las obras ejecutadas y de su estado de conservación.

Las recomendaciones para el cálculo del Patrimonio Vial tienen como fundamento el concepto de costo por valor de salvamento. En este método, el valor del activo en cualquier tiempo "t", se calcula como la diferencia entre el activo nuevo y el costo necesario para llevar el activo en el estado del tiempo "t" a un estado como nuevo.

$$NSV_t = RC - RehabC_t$$

Ecuación 1. Valor de salvamento.

Dónde:

RC: Costo de Reposición o Costo en Estado Nuevo.

RehabC: Costo necesario para llevar al activo a la condición inicial

En la Figura 1 se presenta la explicación gráfica del método para determinar el patrimonio por valor de salvamento.

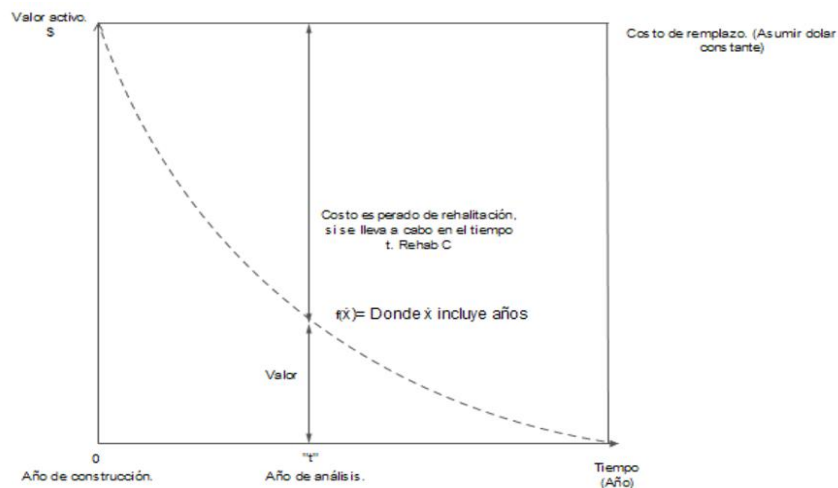


Figura 1 Valor de Salvamento.

Fuente: A Methodology for Highway Asset Valuation in Indiana. 2012.

Este método se basa en una metodología que considera el estado estructural y funcional que el camino presenta en el momento de la evaluación.

ACTIVOS VIALES

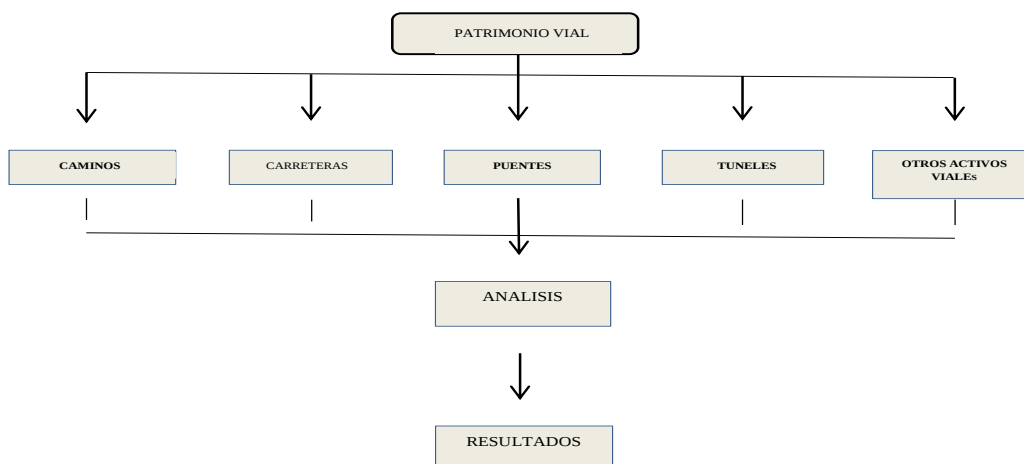


Figura 2 Esquema general de los activos para el cálculo del Patrimonio Vial.

Fuente: Elaboración propia.

El presente trabajo de aplicación presentará una metodología que pueda realizar la cuantificación monetaria del Patrimonio Vial de la red de caminos en la provincia Cercado considerando aquella que se adapte de mejor forma a nuestra realidad. Para lo cual se considerará la información disponible y los recursos técnicos con que cuentan las instituciones viales; todo ello servirá como una base para futuros trabajos de aplicación que deseen profundizar o actualizar la metodología para la determinación del patrimonio vial de la provincia Cercado, como también para que de aquí en adelante se tome en cuenta esta metodología para monitorear la infraestructura y minimizar la pérdida del valor de la misma defendiendo nuestro patrimonio vial.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Los caminos sufren deterioros durante su uso por el tiempo y tráfico; por lo cual se desea saber el porcentaje de la Red Vial cuyo valor del patrimonio vial es máximo, valor mínimo permisible y punto medio, así también el porcentaje de la red que se halla en peor estado que el mínimo admisible, con el fin de identificar cuánto difiere el patrimonio vial actual de la provincia Cercado con relación al valor ideal.

La importancia de este trabajo radica en que se efectuará, primeramente, un inventario vial, lo cual es una ganancia importante, porque mediante éste se conocerán los caminos del departamento y el estado de los mismos; se identificarán los caminos que necesitan reconstrucción, los que requieren rehabilitación, además, los que deben recibir mantenimiento preventivo, siendo que las categorías de Rehabilitación y Reconstrucción son de alto costo; mientras la categoría de mantenimiento preventivo es de bajo costo, el valor de nuestro patrimonio vial aumentará. Cada dólar invertido hoy en el mantenimiento preventivo, evitará el gasto de cinco dólares en rehabilitación. Un tratamiento hecho ‘a tiempo’ es crítico para asegurar un buen desempeño de los pavimentos, proporcionando al público pavimentos de mayor seguridad, con las menores molestias e interrupciones por la frecuencia de reconstrucciones.

La información de patrimonio vial ofrecerá a las instituciones viales una manera efectiva de extender sus presupuestos y proteger a largo plazo la infraestructura vial,

generando un programa de conservación de carreteras bien estructurado, mediante el cual se ahorrará dinero a largo plazo. Este servicio es siempre bien recibido por los usuarios, quienes como contribuyentes de impuestos, proveen los fondos monetarios a las instituciones viales.

La elaboración de este trabajo también permitirá conocer como varió el valor del camino en un periodo de tiempo, considerando el estado estructural y funcional que el camino presenta en el momento de la evaluación.

Aplicando esta metodología se determinará el valor de Patrimonio Vial de la provincia, información que estará disponible para que las instituciones minimicen la pérdida del valor de la estructura, empleando un sistema de conservación a intervalos estratégicamente planeados y así aumentar el valor de Patrimonio Vial de la provincia Cercado.

1.3 DISEÑO TEÓRICO

1.3.1 Planteamiento del problema

1.3.1.1 Situación Problemática

La Provincia Cercado tiene una red de caminos públicos y otros activos que representan el valor del Patrimonio Vial, el cual puede ser calculado en términos monetarios.

La red vial de caminos de la Provincia permite determinar el valor de Patrimonio, considerando la metodología que se adapte de mejor forma a la realidad local, y además tomando en consideración la información que es posible levantar y los recursos técnicos con que cuentan las instituciones viales

El valor depende de la magnitud de las obras ejecutadas y de su estado de conservación, pudiendo ser bueno, regular, malo o muy malo.

Durante la vida útil de los caminos existen varios factores que lo deterioran, tal situación origina que el valor del camino sufra una variación desde su estado inicial hasta el periodo de tiempo de la evaluación, considerando el estado estructural y

funcional que presenta entonces el camino. Esta pérdida de valor, también asociada a causas como la subutilización, no se puede evitar y resulta desfavorable para las instituciones en el momento de tomar decisiones de inversión y justificar los montos necesarios de inversión en conservación de la infraestructura Vial.

Por otra parte existen caminos en buen estado, en los cuales la pérdida de valor es menor; también existen caminos en estado regular y existe un porcentaje de caminos en mal o muy mal estado, que durante su tiempo de utilización sufrieron grandes deterioros incidiendo en la pérdida de su valor, para lo cual es necesario conocer como varió el valor del camino, teniendo en cuenta las intervenciones mayores como cambio en la superficie de rodadura, cambio de trazado, mejora de la geometría del camino, etc.

En los caminos en los cuales se realizó una inversión, utilizada en la conservación de su infraestructura, los montos serán mayores puesto que no se tiene el valor de estos caminos ni se realiza un monitoreo periódico de éstos.

Los activos viales de la Provincia Cercado están reduciendo su Valor Patrimonial, porque el momento en que las instituciones viales realizan un análisis de la infraestructura, ésta puede encontrarse en mal o muy mal estado, en subutilización o en riesgo para la seguridad, lo cual implica una mayor cantidad de inversión en su conservación generando así mayores pérdidas.

Las instituciones viales al momento de definir montos elevados de inversión en la conservación de caminos, sin tener la valorización del Patrimonio, les resulta sea más complicado justificar la inversión los montos necesarios para la conservación de la infraestructura cuando no están en su estado óptimo.

El no contar con un monitoreo de las infraestructuras, al momento de analizar el camino, origina que las pérdidas de valor se incrementen.

1.3.1.2 Problema

¿Cómo se puede realizar la cuantificación monetaria del Patrimonio Vial de la red de caminos de la Provincia Cercado del departamento de Tarija, tomando en consideración la información que es posible levantar y los recursos técnicos con que cuentan las instituciones viales?.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Aplicar la metodología de valor de salvamento para determinar el Patrimonio Vial de la Provincia Cercado del departamento de Tarija con el fin de proponer una herramienta útil para minimizar pérdidas de valor de la infraestructura y facilitar la toma de decisiones de inversión y justificar los montos necesarios de conservación a invertir.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de la metodología de Valor de Salvamento adecuándose a la realidad de nuestra Provincia aplicable periódicamente y con los antecedentes disponibles, con base en una extensa revisión bibliográfica nacional e internacional.
- Contar con la base de datos necesaria de los activos viales de la Provincia Cercado, tomando en consideración la información que es posible levantar y los recursos técnicos con que cuentan las instituciones viales para la aplicación de la metodología de Valor de Salvamento.
- Determinar el porcentaje de la Red Vial bajo el mínimo permisible de los caminos pavimentados en los cuales su estado es malo o muy malo.
- Calcular el valor del Patrimonio Vial mediante la metodología Valor de Salvamento, cuantificado en términos monetarios, de la red vial de la Provincia Cercado del departamento de Tarija.

- Determinar el valor de punto medio de la red relacionando valores máximos y mínimos.
- Determinar el porcentaje del valor actual que diverge en relación al valor de punto medio.
- Proporcionar la información a las instituciones viales para que puedan determinar la magnitud de la inversión realizada, y puedan monitorear la infraestructura de modo de movilizar fuerzas en defensa de dicho Patrimonio.

1.5 DISEÑO METODOLÓGICO

1.5.1 Componentes

1.5.1.1 Unidades de estudio

En el presente trabajo de aplicación se determinará el valor del Patrimonio Vial en la unidad de estudio que será la Red vial de carreteras, siendo que el Sistema Nacional de Carreteras define tres niveles que son: Red Fundamental, Red Departamental y Red Municipal.

1.5.1.2 Población

La población en estudio que se tomará para la valoración del patrimonio es la Red Vial de la Provincia Cercado.

1.5.1.3 Muestra

Dentro de la población en estudio, la muestra objeto de estudio será la Red Vial Fundamental, Departamental y Municipal.

1.5.1.4 Muestreo

Para la aplicación de la metodología se tomará en cuenta de la muestra obtenida los siguientes componentes de muestreo:

- 2 Tramos de la Red fundamental
- 2 Tramos de la red Departamental
- 4 Tramos de la red Municipal

1.5.2 Métodos y técnicas empleadas

1.5.2.1 Definición de la metodología

Para el cálculo del Patrimonio Vial, se aplicará la metodología de Valor de Salvamento. En este método, el valor del activo en cualquier tiempo " t ", se calcula como la diferencia entre el activo nuevo y el costo necesario para llevar el activo en el estado del tiempo " t " a un estado como nuevo.

La metodología empleada requiere datos reales de campo, que consiste en la elaboración de un inventario de las obras viales de los tramos de la Provincia Cercado, así también los costos de conservación de pavimentos.

1.5.2.2 Instrumentos necesarios para la obtención de datos

- Wincha
- Flexómetro
- GPS
- Mapa de la red Vial
- Cámara

1.5.2.3 Procedimiento de aplicación

a) Ubicación de los tramos de estudio

Para la aplicación de la metodología, es necesario definir los tramos que serán estudiados, para ello, considerando la clasificación por la administración de las Carreteras se tiene:

- Red Fundamental
- Red Departamental
- Red Municipal

De acuerdo a esta clasificación, se aplicará la metodología para la determinación del Patrimonio Vial en los 8 tramos establecidos.

b) Obtención de datos

Para el cálculo del valor del patrimonio vial se requieren tres tipos de datos:

i. El primer tipo está constituido por la información que pueda estar disponible en el inventario de la red vial que incluye la lista de todos los caminos existentes y de los diversos tramos que lo componen, su longitud y las características físicas que definen el tipo de camino de que se trata.

La información mínima requerida es la clase del camino, tipo de carpeta de rodadura y longitud del camino.

ii. El segundo tipo de información consiste en la condición del estado actual de los caminos. Un inventario del estado completo debería contener la información sobre el estado de todos los elementos del camino, es decir, del pavimento, señalización, sistemas de drenaje, etc. Sin embargo, considerando que las capas de rodadura suelen ser la parte más costosa del camino, la más afectada por el tránsito y sensible a la falta de conservación, para efectos del cálculo del valor del patrimonio vial es básicamente suficiente conocer el estado de los pavimentos.

iii. El tercer tipo es la información relativa al costo de construcción de un camino nuevo y al costo de diversos trabajos de mantenimiento rutinario, recapado, repavimentación y reconstrucción de los diferentes tipos de caminos existentes en la red.

Para recolectar datos del inventario vial, se utilizarán técnicas de muestreo no probabilísticas, ya que éstas se recogerán en un proceso en el que estarán condicionadas por la facilidad de recolección.

c) Aplicación Práctica

Con el inventario vial obtenido, se procederá a calcular el valor de Patrimonio Vial en gabinete aplicando la metodología de valor de Salvamento y usando el programa Microsoft Excel 2010:

En virtud de lo expuesto, y considerando que el cálculo del valor de las estructuras se realiza por separado, el valor patrimonial de un camino nuevo se calcula como la suma de:

a) Costo de obras básicas.

b) Costo del pavimento (calzadas y bermas), incluyendo sus diferentes capas.

El terreno es parte del patrimonio general del país, y no del patrimonio vial. En consecuencia, el cálculo del valor del patrimonio vial no incluye el valor del terreno.

El valor de un camino que no es nuevo se calcula partiendo del valor que tendría éste si fuera nuevo (valor máximo teórico), menos el costo necesario para elevar el estado actual deficitario del camino al estado bueno.

En relación al patrimonio vial, y como resultado de la aplicación del método, éste nos lleva a determinar los siguientes cuatro valores:

Valor actual del patrimonio vial: Es la suma del valor individual de cada tramo de camino en el estado actual, incluyendo la desvalorización que implica un estado inferior al inicial.

Valor máximo teórico: Corresponde al valor que tendría la red si todos los tramos estuvieran en buen estado o recién construidos.

Valor mínimo aceptable: Es el valor que tendría la red si toda ella estuviera en un estado mínimo aceptable desde el punto de vista económico. La condición mínima aceptable coincide generalmente con el estado denominado regular.

Una vez calculado el patrimonio vial para los diferentes activos viales se procederá a presentar los valores obtenidos en una planilla elaborada en Excel, obteniendo así el valor de Patrimonio de la Provincia Cercado.

1.6 ALCANCE DEL ESTUDIO DE APLICACIÓN

Aplicar una metodología para el cálculo del valor del Patrimonio Vial bajo el concepto de costo por valor de salvamento empleado en 8 tramos de pavimentos de la red vial de la Provincia Cercado del Departamento de Tarija, y para el valor actual de los activos anexos a la carpeta de rodadura, considerando una depreciación lineal, la metodología no pretende establecer indicadores de estado superficial y estructural como el PCI, PSI, IRI y deformaciones estructurales., se quiere determinar en forma general, el estado de la superficie del pavimento de carácter visual general dando una calificación general, se toman precios unitarios promedios referenciales, considerando una base para aplicaciones posteriores, ya sea para profundizar o actualizar la metodología, así como para programar acciones de conservación y mantenimiento de la infraestructura con el fin de movilizar fuerzas en defensa de nuestro Patrimonio Vial. Al realizar el cálculo del Patrimonio vial, el único resultado que interesa es el Valor de Patrimonio Vial, por lo cual no se realizará ningún otro cálculo adicional que no esté vinculado con la determinación del Patrimonio Vial.

Inicialmente, el **Capítulo I** contiene una breve introducción de generalidades sobre la “**APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA DE VALOR DE SALVAMENTO PARA DETERMINAR EL PATRIMONIO VIAL DE LA PROVINCIA CERCADO DEL DEPARTAMENTO DE TARIJA**”, en donde se define la problemática sobre la que se basa el presente trabajo, un marco teórico, su justificación, los objetivos que se desean alcanzar con la investigación, el diseño metodológico y definición de la metodología.

Posteriormente, en el **Capítulo II** se menciona todo lo referente a las carreteras, con una introducción, los tipos de clasificación según sus aspectos y los elementos o estructuras que componen cada una de éstas, de esta manera tener un conocimiento pleno acerca de las obras viales que serán objeto para la aplicación de la metodología.

En el **Capítulo III** se presenta todo lo relacionado con el inventario de las carreteras, los componentes de un inventario, los elementos de una inventariación, los datos generales, procesos para la inventariación y su uso. También menciona la definición

del Patrimonio Vial, la metodología para su determinación, los elementos necesarios para su determinación, y la aplicación de la metodología para cada tipo de camino.

En el **Capítulo IV** se describe el procedimiento de aplicación, en el cual se define primeramente la ubicación de los tramos en estudio, las características de estos tramos, el proceso para realizar un trabajo de campo del cual se obtiene el inventario vial de los tramos de estudio, también indica el proceso de gabinete en el cual todos los datos de campo obtenidos son procesados, aplicando la metodología para la valoración del patrimonio vial de Cercado y, posteriormente, un análisis del valor de Patrimonio obtenido.

Finalmente en el **Capítulo V** se exponen las conclusiones a las que hemos llegado y que están en función de los resultados obtenidos; además se mencionan las recomendaciones referentes al tema.

2.1. INTRODUCCIÓN

Desde el principio de la existencia del ser humano se ha observado su necesidad por comunicarse, por lo cual fue desarrollando diversos métodos para la construcción de caminos, desde los caminos a base de piedra y aglomerante hasta nuestra época con métodos perfeccionados basándose en la experiencia que conducen a grandes autopistas de pavimento flexible o rígido.

2.2. CONCEPTOS GENERALES

La carretera es una infraestructura de transporte, cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad.

2.3. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS

Las carreteras se han clasificado de diferentes maneras en diferentes lugares del mundo, ya sea por el fin que con ellas se persigue o por su transitabilidad.

En la práctica vial se pueden distinguir varias clasificaciones dadas en otros países. Ellas son:

Clasificación por transitabilidad, clasificación por su aspecto administrativo y clasificación técnica oficial.

2.3.1. Clasificación por transitabilidad

La clasificación por su transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en:

1.-Terracerías. Cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo seco.

2.- Revestida. Cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.

3.- Pavimentada. Cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento.

2.3.2. Clasificación por administración

En Bolivia existe una clasificación establecida en el Decreto Supremo 25134 de 1998 que define el Sistema Nacional de Carretera. Esta clasificación no está orientada al

diseño, sino a la administración de las redes viales del país, definiendo tres niveles dentro del sistema:

- 1.- Red Fundamental
- 2.- Redes Departamentales
- 3.- Redes Municipales.

La Red Fundamental está bajo la responsabilidad de la Administradora Boliviana de Carreteras, la Red Departamental está bajo la responsabilidad de las prefecturas y las redes Municipales bajo la responsabilidad de las alcaldías

2.3.3. Clasificación por aspectos técnicos

La clasificación para diseño incluye seis categorías divididas en dos grupos, ellas son:

- Carreteras: Autopistas, Autorrutas y Primarias
- Caminos: Colectores, Locales y de Desarrollo

Cada Categoría se subdivide según las Velocidades de Proyecto consideradas al interior de la categoría. Las velocidades de proyecto más altas corresponden a trazados en terrenos Llanos, las intermedias en terrenos ondulados y las más bajas a terreno montañoso o cuyo entorno presenta limitaciones severas para el trazado.

El alcance general de dicha terminología es:

-Terreno Llano: Está constituido por amplias extensiones libres de obstáculos naturales y una cantidad moderada de obras construidas por el hombre, lo que permite seleccionar con libertad el emplazamiento del trazado haciendo uso de muy pocos elementos de características mínimas.

El relieve puede incluir ondulaciones moderadas de la rasante para minimizar las alturas de cortes y terraplenes; consecuentemente la rasante de la vía estará comprendida mayoritariamente entre $\pm 3\%$.

-Terreno Ondulado: Está constituido por un relieve con frecuentes cambios de cota que si bien no son demasiado importantes en términos absolutos, son repetitivos, lo que obliga a emplear frecuentemente pendientes de distinto sentido que pueden fluctuar entre 3 al 6%, según la Categoría de la ruta. Según la importancia de las ondulaciones del terreno se podrá tener un Ondulado Medio o uno Franco o Fuerte.

Terreno Montañoso: Está constituido por cordones montañosos o “Cuestas”, en las cuales el trazado salva desniveles considerables en términos absolutos. La rasante del proyecto presenta pendientes sostenidas de 4 a 9%, según la Categoría del Camino, ya sea subiendo o bajando. La planta está controlada por el relieve del terreno (Puntillas, Laderas de fuerte inclinación transversal, Quebradas profundas, etc.) y también por el desnivel a salvar, que en oportunidades puede obligar al uso de Curvas de Retorno. En consecuencia, el empleo de elementos de características mínimas será frecuente y obligado.

Tabla N° 1. Clasificación funcional para diseño carreteras y caminos rurales

CATEGORIA		SECCION TRANSVERSAL		VELOCIDADES DE PROYECTO (km/h)	CODIGO TIPO
		N° CARRILES	N° CALZADAS		
AUTOPISTA	(O)	4 ó + UD	2	120 - 100 - 80	A (n) - xx
AUTORUTA	(I.A)	4 ó + UD	2	100 - 90 - 80	AR (n) - xx
PRIMARIO	(I.B)	4 ó + UD	2 (1)	100 - 90 - 80	P (n) - xx
		2 BD	1	100 - 90 - 80	P (2) - xx
COLECTOR	(II)	4 ó + UD	2 (1)	80 - 70 - 60	C (n) - xx
		2 BD	1	80 - 70 - 60	C (2) - xx
LOCAL	(III)	2 BD	1	70 - 60 - 50 - 40	L (2) - xx
DESARROLLO		2 BD	1	50 - 40 - 30*	D - xx

Fuente: A.B.C. Manual de Diseño Geometrico. Volumen 1

Autopista (O)

Son carreteras nacionales diseñadas desde su concepción original para cumplir con las características y niveles de servicio que se describen a continuación. Normalmente su emplazamiento se sitúa en terrenos rurales donde antes no existían obras viales de alguna consideración, que impongan restricciones a la selección del trazado y pasando a distancias razonablemente alejadas del entorno suburbano que rodea las ciudades o poblados (circunvalaciones).

Están destinadas a servir prioritariamente al tránsito de paso al que se asocian longitudes de viaje considerables, en consecuencia deberán diseñarse para velocidades de desplazamiento elevadas, pero en definitiva compatibles con el tipo de terreno en

que ellas se emplazan. Todo lo anterior debe lograrse asegurando altos estándares de seguridad y comodidad.

La sección transversal estará compuesta por dos o tres carriles, en ellas se autorizarán sólo la circulación de vehículos motorizados especialmente diseñados para el transporte de pasajeros y carga, quedando expresamente prohibido el tránsito de maquinaria autopropulsada (Agrícola, de Construcción, etc.).

Autorrutas (I.A)

Son carreteras nacionales existentes a las que se les ha construido o se le construirá una segunda calzada prácticamente paralela a la vía original. Normalmente se emplazan en corredores a lo largo de los cuales existen extensos tramos con desarrollo urbano, industrial o agrícola intensivo, muy próximo a la faja de la carretera. Están destinadas principalmente al tránsito de paso, de larga distancia, pero en muchos subtramos sirven igualmente al tránsito interurbano entre localidades próximas entre sí. Podrán circular por ellas toda clase de vehículos motorizados incluso aquellos que para hacerlo deban contar con una autorización especial, y que no estén expresamente prohibidos o cuyo tipo de rodado pueda deteriorar la calzada.

La sección transversal deberá contar con al menos dos carriles unidireccionales por calzada debiendo existir un cantero central entre ambas.

Las velocidades de proyecto consideradas son:

- Terreno Llano a Ondulado Fuerte 100 y 90 km/h
- Terreno Montañoso 80 km/h

Carreteras primarias (I.B)

Son carreteras nacionales o regionales, con volúmenes de demanda medios a altos, que sirven al tránsito de paso con recorridos de mediana y larga distancia, pero sirven también a un porcentaje importante de tránsito de corta distancia, en zonas densamente pobladas.

La sección transversal puede estar constituida por carriles unidireccionales separadas por un cantero central que al menos de cabida a una barrera física entre ambas calzadas más 1,0 m libre desde ésta al borde interior de los carriles adyacentes, pero por lo general se tratará de una calzada con dos carriles para tránsito bidireccional.

Las Velocidades de Proyecto consideradas son las mismas que para las Autorrutas, de modo que en el futuro, mediante un cambio de estándar, puedan adquirir las características de Autorruta:

Tabla N°2. Velocidades de diseño para carreteras Primarias

	Terreno Llano y Ond. Fuerte	Terreno Montañoso
Calzadas Unidireccionales	100 – 90 km/h	80 km/h
Calzadas Bidireccionales	100 – 90 km/h	80 km/h

Fuente: A.B.C. Manual de Diseño Geometrico. Volumen 1

Caminos colectores (II)

Son caminos que sirven para tránsitos de mediana y corta distancia, a los cuales acceden numerosos caminos locales o de desarrollo. El servicio al tránsito de paso y a la propiedad colindante tiene una importancia similar. Podrán circular por ellos toda clase de vehículos motorizados. En zonas densamente pobladas se deberán habilitar carriles auxiliares destinados a la construcción de ciclo vías.

Su sección transversal normalmente, es de dos carriles bidireccionales, pudiendo llegar a tener calzadas unidireccionales. Las velocidades de proyecto consideradas son:

- Terreno Llano a Ondulado Medio 80 km/h
- Terreno Ondulado Fuerte 70 km/h
- Terreno Montañoso 60 km/h

Normalmente este tipo de caminos poseerá pavimento superior, o dentro del horizonte de proyecto será dotado de él, consecuentemente la selección de la Velocidad de Proyecto debe ser estudiada detenidamente. Podrán circular por ellos toda clase de

vehículos motorizados y vehículos a tracción animal que cuenten con los dispositivos reglamentarios señalados en la Ordenanza del Tránsito. En zonas densamente pobladas se construirán carriles auxiliares en que se habilitarán Ciclo vías.

Son caminos que se conectan a los Caminos Colectores y están destinados a dar servicio preferentemente a la propiedad adyacente.

Caminos de desarrollo

Están destinados a conectar zonas aisladas y por ellas transitarán vehículos motorizados y vehículos a tracción animal. Sus características responden a las mínimas consultadas para los caminos públicos, siendo su función principal la de posibilitar tránsito permanente aun cuando las velocidades sean reducidas, de hecho las velocidades de proyecto que se indican a continuación son niveles de referencia que podrán ser disminuidos en sectores conflictivos.

La Sección Transversal que se les asocia debe permitir el cruce de un vehículo liviano y un camión a velocidades tan bajas como 10 km/hr y la de dos camiones, estando uno de ellos detenido.

Las velocidades referenciales de proyecto son:

- Terreno Llano a Ondulado Medio 50 y 40 km/h
- Terreno Ondulado Fuerte a Montañoso 30 km/h

Tabla N°3. Características típicas de las Carreteras y Caminos según la clasificación funcional

		CARRETERAS			CAMINOS		
CATEGORIA		AUTOPISTAS	AUTORRUTAS	PRIMARIOS	COLECTORES	LOCAL	DESARROLLO
VELOCIDADES DE PROYECTO (km/h)		120 - 100 - 80	100 - 90 - 80	100 - 90 - 80	80 - 70 - 60	70 - 60 - 60 - 40	50 - 40 - 30
TIPO DE TERRENO		LL - O - M	LL - O - M	LL - O - M	LL - O - M	LL - O - M	LL - O - M
PISTAS DE TRANSITO		UNIDIRECCIONALES	UNIDIRECCIONALES	UNIDIRECCIONALES O BIDIRECCIONALES	BIDIRECCIONALES O (UNIDIRECCIONALES)	BIDIRECCIONALES	BIDIRECCIONALES
FUNCION	Servicio al Tránsito de paso	Prontitud absoluta	Prontitud absoluta	Consideración principal	Continuidad de tránsito y acceso a la propiedad de similar importancia	Continuidad de tránsito consideración secundaria	
	Servicio a la propiedad adyacente	Control total de acceso	Control total de acceso vehículos	Control parcial de acceso		Consideración primaria	
CONEXIONES	Se conecta con	Autopistas Automutas Primarios (Colectores)	Autopistas, Automutas Primarios Colectores	Autopistas, Automutas Prim. y Colectores (Locales)	Todos	(Primarios) Colectores, Locales Desarrollo	Colectores Locales Desarrollo
	Tipo de conexión	Enlaces	Enlaces Accesos direccionales	Enlaces Intersecciones (Acc. Directo)	Todos	(Intersección) Acceso Directo	Acceso Directo
CALIDAD SERVICIO	Nivel de Servicio (1) Años Iniciales Año Horizonte	A, B C	B (2) C, (D)	B C, (D)	C (2) (D)	No Aplicable	
	Tipo de Flujo	Libre Estable	Libre (Prox. Inestab.)	Estable (Libre) (Prox. Inestab.)	Estable con restricción (Próximo Inestable)	Restringido por movimientos hacia y desde la propiedad	
	Veloc. Operación (1) (3) Según demanda rango probable	115 - 85 km/h	95 - 80 km/h	95 - 85 km/h	80 - 70 km/h	70 - 60 km/h	50 - 25 km/h
TRANSITO	Volumenes Típicos de tránsito al año inicial TPOA	UD > 10.000 confirmar fact. económica	UD > 5.000	BD > 1.500 UD > 3.000	BD > 500 UD Caso especial	Tránsito y composición variable según tipo de actividad: Agrícola, Minera, Turística	
	Tipo de vehículo	Sólo vehíc. diseñados para circular normalmente en carreteras	Vehículos motorizados y autorizaciones especiales	Vehículos motorizados y autorizaciones especiales	Todo tipo de vehículos	Vehículo liviano y camiones medianos	

Letras o conceptos entre paréntesis indican situaciones límites en condiciones poco frecuentes.

(1) Considera Trazado Llano y Ondulado; Trazado Montañoso constituye caso particular (V_{op} = Velocidad Operación usuario medio ~ V 50%) (Definición LL - O - M Ver 1.3.2)

(2) Las Velocidades de Proyecto limitan la posibilidad de niveles mejores aún con baja demanda.

(3): EL RANGO DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN SE DA A TÍTULO INDICATIVO PARA FLUJOS LIBRE - ESTABLE.

BD : Tránsito Bidireccional, total ambos sentidos.

UD: Tránsito Unidireccional, total ambos sentidos.

Fuente: A.B.C. Manual de Diseño Geométrico. Volumen 1

2.4. COMPONENTES DE UN CAMINO

2.4.1. Obra básica

2.4.1.1. Terraplén

Se denomina terraplén a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.

Partes de un terraplén.

Las partes de un terraplén de carretera son:

- Coronación: es la capa superior al terraplén, sobre la que se apoya el firme, con un espesor mínimo de 2 tongadas y siempre mayor de 50 cm. En esta parte se dispone los mejores suelos del terraplén, es decir, aquellos que no sean plásticos o tiendan a resquebrajarse o a asentarse. En España la normativa impone las características en función del número de vehículos que circulen por la vía.³
- Núcleo: es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimient y la coronación.
- Espaldón: es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente formará parte de los taludes del mismo. No se consideran parte del espaldón los revestimientos sin función estructural en el relleno entre los que se consideran plantaciones, cubiertas de tierra vegetal, protecciones anti erosión, etc.
- Cimiento: es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Su espesor será como mínimo de 1 metro.

Construcción.

Las tareas necesarias para la ejecución de terraplenes, con maquinaria de elevado rendimiento, son las siguientes:

- Preparación de la superficie de asiento: comprende la retirada del terreno vegetal y a veces la ejecución de una capa que separe el terraplén artificial con el terreno natural: capas drenantes, geotextiles;

- Extensión, desecación o humectación de las tongadas;
- Compactación de cada tongada;
- Refinado de los taludes y coronación.

Imagen N°1 Terraplén



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.1.2. Desmante

Se denomina desmante a la excavación de tierra que se realiza en un determinado entorno con el fin de rebajar la rasante del terreno, reduciendo así su cota y logrando formar un plano de apoyo adecuado para ejecutar una obra.

Sistemas constructivos

Existen varios medios constructivos para realizar un desmante, que generalmente suele depender de la naturaleza geológica-geotécnica del terreno. Así, por ejemplo, en terrenos arenosos, arcilloso-limosos, o materiales disgregados, suele bastar con realizar la excavación mediante una retroexcavadora, o una pala cargadora frontal. Sin embargo, en aquellos terrenos cuya naturaleza es rocosa, puede llegar a ser necesario emplear explosivos para efectuar un desmante. En los casos intermedios, puede bastar con emplear retroexcavadoras con martillo neumático.

El objetivo de cualquier obra es reducir los costes de construcción al máximo, motivo por el cual generalmente resulta interesante que los desmontes sean lo más verticales

posibles. Con ello se pretende minimizar los volúmenes de excavación y movimiento de tierras, factores que suelen estar asociados a elevados costes económicos, así como reducir al máximo la ocupación de las obras, y por lo tanto, las superficies de expropiación.

Imagen N°2. Desmonte



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.1.3. Plataforma

Se llama “plataforma” a la superficie visible de una vía formada por su(s) calzada(s), sus bermas, los sobrecanchos de plataforma (SAP) y su cantero central.

El ancho de la plataforma será entonces la suma de los anchos de sus elementos constitutivos.

Casos especiales de plataforma son aquéllas de las carreteras unidireccionales con calzadas independientes y las correspondientes a caminos sin pavimentar.

La altimetría de la plataforma está dada por el perfil longitudinal de la rasante y por la inclinación transversal de sus elementos.

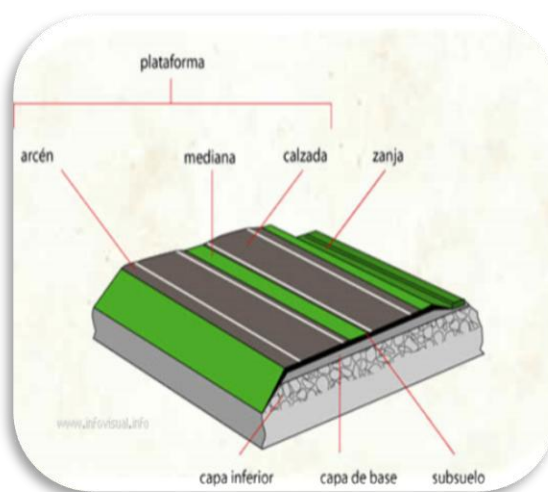
La plataforma puede contener algunos elementos auxiliares, tales como barreras de seguridad, soleras, iluminación o señalización.

2.4.1.4. Calzada

Una calzada es una banda material y geomóricamente definida, de tal modo que su superficie pueda soportar un cierto tránsito vehicular y permitir desplazamientos cómodos y seguros de los mismos.

La calzada está formada por dos o más carriles. Un carril será entonces cada una de las divisiones de la calzada que pueda acomodar una fila de vehículos transitando en un sentido.

Imagen N°3. Corte trasversal de una carretera



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

Tabla N°4. Cuadro resumen de anchos de plataforma en terraplén y de sus elementos a nivel de rasante

NUMERO DE CALZADAS Y CATEGORIA		VELOCIDAD PROYECTO (km/h)	ANCHO PISTAS "a" (m) (1)	ANCHO BERMAS		ANCHO SAP (3)		ANCHO CANTERO CENTRAL - M (m)			ANCHO TOTAL DE PLATAFORMA A NIVEL DE RASANTE ⁽⁵⁾		
				"bi" INTERIOR (m)	"be" EXTERIOR (m)	"Si" INTERIOR (m)	"Se" EXTERIOR (m)	INICIAL 4 PISTAS AMPLIABLE a 6	FINAL 6 PISTAS	FINAL = INICIAL 4 PISTAS	ATP = na + 2(be + Se) + M final		
											6 PISTAS Y 4 AMPLIABLE	4 PISTAS	2 PISTAS
CALZADAS UNIDIRECCIONALES	AUTOPISTA	120	3,5	1,2	2,5	0,5 - 0,8	1,5	13,0	6,0	6,0	35	28	-
		100	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1,0	13,0	6,0	6,0	34	27	-
		80	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	0,8	11,0	4,0	4,0	31,6	24,6	-
	PRIMARIO Y AUTORRUTA	100	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1,0	13,0	6,0	6,0	34	27	-
		90	3,5	1,0	2,5	0,5 - 0,8	1,0	12,0	5,0	5,0	33	26	-
		80	3,5	1,0	2,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 ⁽⁴⁾	10,0	3,0	3,0 ⁽⁴⁾	29	22	-
	COLECTOR	80	3,5	1,0	2,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 ⁽⁴⁾	10,0	3,0	3,0 ⁽⁴⁾	29	22	-
		70	3,5	0,6 - 0,70	1,5	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 ⁽⁴⁾	9,0	2,0	2,0 ⁽⁴⁾	27	20	-
		60	3,5	0,6 - 0,70	1,0	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8 ⁽⁴⁾	9,0	2,0	2,0 ⁽⁴⁾	26	19	-
CALZADA BIDIRECCIONAL	PRIMARIO COLECTOR LOCAL DESARROLLO	100 - 90	3,5	-	2,5	-	1,0	-	-	-	-	-	14,0
		80	3,5	-	2,0	-	0,5 - 0,8	-	-	-	-	-	12,0
		80	3,5	-	1,5	-	0,5 - 0,8	-	-	-	-	-	11,0
		70	3,5	-	1,0 - 1,5 ⁽²⁾	-	0,5 - 0,8	-	-	-	-	-	10 - 11,0
		60	3,0 - 3,5	-	0,5 - 1,0 ⁽²⁾	-	0,5 - 0,8	-	-	-	-	-	8,0 - 10,0
		50	3,0 - 3,5	-	0,5 - 1,0 ⁽²⁾	-	0,5	-	-	-	-	-	8,0 - 10,0
		40	3,0	-	0,0 - 0,5 ⁽²⁾	-	0,5	-	-	-	-	-	7,0 - 8,0
		30	2,0 - 3,0	-	0,0 - 0,5 ⁽²⁾	-	0,5	-	-	-	-	-	5,0 - 6,0

(1) Pistas de menos de 3,5 m deberán ser autorizadas expresamente por la Administradora Boliviana de Carreteras.

(2) El ancho de las Bermas de Locales y de Desarrollo se definirá en función del tránsito y dificultad del emplazamiento.

(3) La Tabla Especifica anchos de SAP en Terraplén; caso sin Barrera de Seguridad SAPe = 0,5 m; con Barrera SAPe = 0,8 m.

(4) Para Ancho Final de Cantero central de 3 y 2 m, los SAP interiores se juntan presentando un ancho conjunto de 1 m y 0,6 a 0,8 m respectivamente, espacio que servirá de base para una Barrera Rígida de Hormigón con anchos en la base de: Tipo F (0,56 m ó 0,82 m) o New Jersey (0,61 m).

(5) Ancho Total de Plataforma en Terraplén con SAP mínimo = 0,5 m. Para corte cerrado o Perfil Mixto agregar Ancho(s) Cunetas(s) y corregir Ancho del SAP exterior. Si cuneta es revestida Se = 0,0 m - Cuneta sin Revestir Se = 0,5 m. En Unidireccionales "bi" y "si" están comprendidos en el ancho del Cantero central.

Fuente: A.B.C. Manual de Diseño Geométrico. Volumen 1.

2.4.1.5. Berma

Las bermas son las franjas que flanquean el pavimento de la(s) calzadas(s). Ellas pueden ser construidas con pavimento de hormigón, capas asfálticas, tratamiento superficial, o simplemente ser una prolongación de la capa de grava en los caminos no pavimentados.

Anchos de bermas

El ancho normal en Caminos Locales con $V_p=40$ km/h es de 0,5 m, el que en conjunto con el SAP proveen una plataforma de 8,0 m. En Caminos de Desarrollo, que normalmente no poseerán pavimento superior, se podrá prescindir de las bermas, existiendo sólo el SAP como complemento para asegurar la estabilidad y adecuada compactación de la calzada. (*Manual de diseño geométrico de la “Administradora Boliviana de Carreteras” Volumen 1*).

Imagen N°4 Berma



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.1.6 Sobreancho de plataforma

La plataforma en terraplén tendrá siempre un SAP mínimo de 0,5 m que permita confinar las capas de subbase y base de modo que en el extremo exterior de la berma sea posible alcanzar el nivel de compactación especificado. Consecuentemente, en los 0,5 m exteriores del SAP no se podrá lograr la compactación máxima exigida por el

resto de la plataforma por falta de confinamiento y riesgo por pérdida de estabilidad del equipo de compactación autopropulsado.

Toda vez que el SAP tenga un ancho mayor que 0,5 m, el ancho adicional adyacente a la berma deberá compactarse según las mismas exigencias especificadas para las bermas.

Imagen N°5. Sobreancho

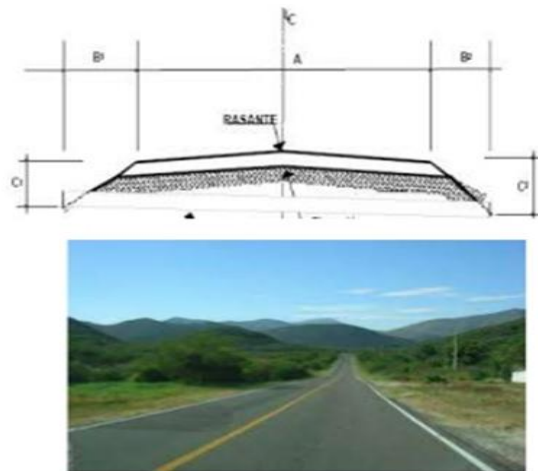


Fuente: Fabián Flores Muñoz. *Conservación de Carreteras. Febrero de 2001.*
Colombia.

2.4.1.7. Bombeos

En tramos rectos o en aquellos cuyo radio de curvatura permite el contra peralte según los límites fijados, las calzadas deberán tener, con el propósito de evacuar las aguas superficiales, una inclinación transversal mínima o bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura y de la Intensidad de la Lluvia de 1 Hora de Duración con Período de Retorno de 10 Años (I1 10) mm/h, propia del área en que se emplaza el trazado.

Imagen N°6. Bombeo



Fuente: Fabián Flores Muñoz. *Conservación de Carreteras. Febrero de 2001.*
Colombia.

2.4.1.8. Barandas de defensa

La defensa metálica de protección son barreras viales efectivas longitudinales, diseñadas para reducir la gravedad de las colisiones, evitar el impacto vehicular con objetos en carretera y disminuir la probabilidad de vuelco del vehículo.

Características:

- Las defensas ayudan a proteger tanto al vehículo como a sus ocupantes.
- Ayuda a que el vehículo se arrastre de nuevo en la calzada mediante el control de ángulos de salida a través de desaceleración gradual y la reorientación efectiva del vehículo en la carretera.
- Permite reparaciones rápidas en caso de accidentes.

Aplicación:

- Para proporcionar una protección para vehículos de motor en las zonas peligrosas del camino, tales como pendientes, terraplenes altos, curvas oscuras o curvas, esquinas afiladas.

- Para absorber un impacto repentino durante la colisión, por lo tanto, minimiza los daños al vehículo y el pasajero.

Imagen N°7. Barandas de defensa



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.1.9. Zampeado

Es una protección a la superficie de rodamiento o cunetas, hecho de mampostería, hormigón, gaviones para proteger el fondo del lecho contra la socavación.

Imagen N°8. Zampeado



Fuente: Fabián Flores Muñoz. *Conservación de Carreteras*. Febrero de 2001.
Colombia.

2.4.2. Pavimento

Superficie especialmente acondicionada para la circulación de los vehículos.

2.4.2.1. Tipos de pavimentos

2.4.2.1.1. Flexibles

Son los que tienen carpetas asfálticas.

Se denomina pavimentos flexibles a aquellos cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parkings.

La construcción de pavimentos flexibles se realiza a base de varias capas de material. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera, la carga puede sustentar o trasladar la carga restante a la capa inferior. De ese modo, lo que se pretende es que pueda soportar la carga total en el conjunto de capas.

Las capas de un pavimento flexible que conforman un suelo se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que tiene mayor capacidad de soportar cargas de todas las que se disponen. Por lo tanto, la capa que menos carga puede soportar es la que se encuentra en la base. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años.

Por otro lado, las capas de un pavimento flexible suelen ser: capa superficial o capa superior que es la que se encuentra en contacto con el tráfico rodado y que normalmente ha sido elaborada con varias capas asfálticas. La capa base es la capa que está debajo de la capa superficial y está, normalmente, construida a base de agregados y puede estar estabilizada o sin estabilizar. La capa sub – base es la capa o capas que se encuentra inmediatamente debajo de la capa base. En muchas ocasiones se prescinde de esa capa sub – base.

Imagen N°9. Pavimento flexible



Fuente: Alfonso Fonseca Montejo. *Ingeniería de pavimentos para carreteras.*

2.4.2.1.2. Rígido

Es la carpeta de concreto hidráulico.

Son aquellos formados por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente y la cantidad de concreto debe ser controlada. En función a lo señalado anteriormente; se puede diferenciar que en el pavimento rígido, el concreto absorbe gran parte de los esfuerzos que las ruedas de los vehículos ejercen sobre el pavimento, mientras que en el pavimento flexible este esfuerzo es transmitido hacia las capas inferiores (Base, Sub-base y Sub-rasante).

Imagen N°10. Pavimento rígido



Fuente: Alfonso Fonseca Montejo. *Ingeniería de pavimentos para carreteras.*

2.4.2.1.3. Otros: empedrado, adoquín

Empedrado

Se llama empedrado al pavimento hecho de piedras.

Las calles de las poblaciones pueden estar bien y sólidamente empedradas con acera embaldosada o enlosada, longitudinal y transversal en los puntos donde fuere necesario así para la comodidad de los habitantes como para facilidad de la limpieza. El empedrado y el asfaltado después opone un obstáculo a las reacciones recíprocas de la atmósfera y del suelo. Constituye la condición primera de la limpieza de las calles las cuales, sin ella, presentarían una superficie pantanosa. Facilita la limpieza de las calles y plazas, el escurrimiento de las aguas, etc.

Imagen N°11. Empedrado



Fuente: Alfonso Fonseca Montejo. *Ingeniería de pavimentos para carreteras.*

Adoquín

Un adoquín es una piedra o bloque labrado de forma rectangular que se utiliza en la construcción de pavimentos. El material más utilizado para su construcción ha sido el granito, por su gran resistencia y facilidad para el tratamiento. Sus dimensiones suelen ser de 20 cm. de largo por 15 cm. de ancho, lo cual facilita la manipulación con una sola mano.

Hoy se utilizan los adoquinados con motivos estéticos y todavía muchos de los antiguos se encuentran en servicio y en buen estado.

Asimismo, se han desarrollado adoquines de hormigón, los cuales se utilizan de manera similar a los antiguos adoquines de piedra y dan origen a lo que se denomina pavimentos articulados.

Imagen N°12. Adoquín

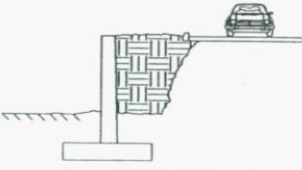
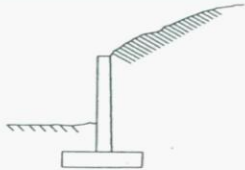


Fuente: Alfonso Fonseca Montejo. *Ingeniería de pavimentos para carreteras.*

2.4.3. Estructuras

2.4.3.1. Muros de sostenimiento

Imagen N°13. Clasificación funcional de muros

Función	Definición	Esquema
Recubrimiento	Su función principal es proteger superficialmente al terreno de la acción de la erosión y meteorización.	
Sostenimiento	Se construye separado del terreno natural dejando un espacio vacío que posteriormente se rellena con un material seleccionado, con el objeto de crear o ampliar la plataforma de la carretera. Sostiene a la carretera.	
Contención	Se emplean para la sujeción de tierras o terrenos inestables. Contiene tierras respecto a la carretera.	

Fuente: Dirección General de Carreteras. *Tipologías de Muros de Carreteras.* 1999.

1ra. Reimpresión. España.

Se define muro como: “Toda estructura continua que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno”.

2.4.3.2. Cunetas

Definición: zanja, revestida en concreto o no, construida paralelamente a las bermas. Su dimensión se deduce de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta la intensidad de la lluvia prevista, la naturaleza del terreno, la pendiente y el área que drenan.

Función: recoge y canaliza longitudinalmente las aguas superficiales y de infiltración. Las cunetas revestidas en concreto se diseñan para que al final de su longitud su sección llegue al nivel de rebosamiento. El control de rebosamiento aplica para el caso más crítico, cuando la cuneta tiene la pendiente longitudinal igual a la pendiente mínima de la vía (0,5 %).

Imagen N°14. Cuneta



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.3.3. Contra cunetas

La función de las contra cunetas es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad, aunque la práctica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarlas, debido a que como se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes.

2.4.3.4. Drenaje transversal

Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso.

En este tipo de drenajes, algunas veces será necesario construir grandes obras u obras pequeñas denominadas obras de drenaje mayor y obras de drenaje menor, respectivamente.

Imagen N°15. Drenaje transversal



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.3.5. Obras de arte mayor

Las obras de drenaje mayor requieren de conocimientos y estudios especiales, entre los cuales se puede mencionar los puentes, puentes –vado y bóvedas.

2.4.3.5.1. Bóvedas

Las bóvedas de medio punto construidas con mampostería son adecuadas cuando requerimos salvar un claro con una altura grande de la rasante al piso del río.

Imagen N°16. Bóveda



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.3.5.2. Puente vado

El puente – vado, es una estructura en forma de puente y con características de vado, que permite el paso del agua a través de claros inferiores en niveles ordinarios, y por la parte superior cuando se presentan avenidas con aguas máximas extraordinarias.

La altura de la obra debe permitir que cuando se presenten avenidas en aguas máximas extraordinarias los árboles u objetos arrastrados no dañen la estructura.

Imagen N°17. Puente - vado



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1.* Segunda edición. Junio 1965.

2.4.3.5.3. Puente

Los puentes son estructuras de más de seis metros de claro, se distingue de las alcantarillas por el colchón que estas levan en la parte superior.

La estructura de un puente está formada por la infraestructura, la subestructura y la superestructura.

La infraestructura se manifiesta en zapatas de concreto o mampostería, cilindros de cimentación y pilotes. La subestructura forma parte de un puente a través de pilas centrales, estribos, columnas metálicas sobre pedestales de concreto, caballetes de madera, etc. ; la superestructura integra la parte superior de un puente, vigas y pisos de madera, losas de concreto, nervaduras armadas de fierro, madera, cable, etc.

Imagen N°18. Puente



Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.3.6. Obras de arte menor

2.4.3.6.1. Alcantarillas

Las alcantarillas son estructuras transversales al camino que permiten el cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular, se construyen de concreto, lamina, piedra o madera.

Para canalizar el agua, se complementan con muros o aleros en la entrada y salida. Se puede decir que actualmente en los caminos rurales, las más usuales son las alcantarillas laminares.

Imagen N°19. Alcantarilla

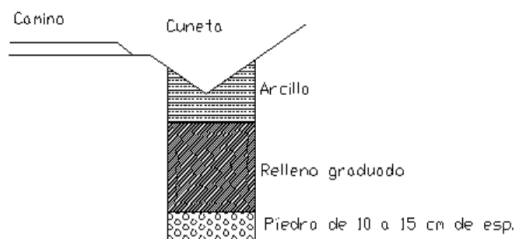


Fuente: MOPU. *Instrucción de carreteras 5.1*. Segunda edición. Junio 1965.

2.4.3.6.2. Drenaje subterráneo

El drenaje subterráneo es un gran auxiliar para eliminar humedad que inevitablemente ha llegado al camino y así evitar que provoque asentamientos o deslizamientos de material. Son usuales los drenes ciegos que consisten en zanjas bajo las cunetas rellenas con material graduado con una base firme que evite filtraciones más allá de donde se desea, dirigiendo el agua hacia un lugar donde se la pueda retirar de manera superficial del camino, las dimensiones varían según las características hidrológicas del lugar donde se van a construir, son funcionales en varios tipos de camino. La plantilla de estos es de 45 cm. y de 80 a 100 cm. de profundidad, el material se graduará cuidadosamente en capas con tamaños uniformes.

Imagen N°20. Drenaje Subterráneo



Fuente: Eduardo Castelán Sayago. *Manual de Carreteras.*

3.1. INTRODUCCIÓN

La conservación de una infraestructura incluye todas las tareas necesarias para mantener la carretera de forma que los usuarios puedan circular en ella en condiciones de seguridad, confort y fluidez incrementando así el valor de patrimonio. En particular las actividades de conservación se programan y controlan mediante sistemas de gestión.

Desde el punto de vista conceptual, uno de los constituyentes de sistemas de gestión son los inventarios viales. En particular el inventario será el soporte en el que sustente el conocimiento de la infraestructura y el análisis de las posibles actuaciones de conservación para la toma de decisiones.

El objetivo de la guía de inventario de elementos para la conservación vial es orientar, facilitar y definir el trabajo que sobre el inventario vial deben realizar los profesionales ingenieros civiles en el tramo de ruta que les corresponde.

3.2. CONCEPTO DE INVENTARIO VIAL

El inventario vial es un proceso que permite conocer los caminos que componen la red vial de una determinada área, asimismo los componentes del camino y el estado de conservación de los caminos. De tal manera que, la información sea confiable, homogénea y útil, para la actividad de la determinación del patrimonio vial.

3.3. COMPONENTES DE UN INVENTARIO VIAL

A continuación se exponen los componentes de un inventario vial. Para el cálculo del valor del patrimonio vial se requieren tres tipos de datos:

El primer tipo está constituido por la información disponible en el inventario de la red vial que incluye la lista de todos los caminos existentes y de los diversos tramos que los componen, su longitud y las características físicas que definen el tipo de camino de que se trata.

El segundo tipo de información consiste en la condición de estado actual de los caminos. Un inventario de estado completo debería contener la información sobre el estado de todos los elementos del camino, es decir, del pavimento, señalización y sistemas de drenaje, etc. Sin embargo, considerando que las capas de rodadura suelen ser la parte más costosa del camino, la más afectada por el tránsito y sensible a la falta

de conservación, para efectos del cálculo del valor del patrimonio vial es básicamente suficiente conocer el estado de los pavimentos.

El tercer tipo es la información relativa al costo de construcción de un camino nuevo y al costo de diversos trabajos de mantenimiento rutinario, recapado, repavimentación y reconstrucción de los diferentes tipos de caminos existente en la red.

3.4. ELEMENTOS DE UNA INVENTARIACIÓN VIAL

Se realiza el inventario en los tramos correspondientes, donde se incluyen los siguientes elementos objeto de inventario:

- Datos generales de la vía
- Superficie
- Cunetas y canales
- Alcantarillas
- Puentes
- Badenes
- Muros
- Señalización
- Otros elementos: barreras o sistemas de contención vehicular

3.5. PROCESOS DE INVENTARIACIÓN VIAL

Para realizar el inventario se procede primeramente a elaborar una planilla, ya sea manual o en el paquete electrónico Excel en el cual se dispone de los espacios necesarios para poder recolectar una información detallada de los activos viales designados para estudio.

Luego se procede a registrar los datos correspondientes de cada uno de los elementos de la vía como ser longitud, sus características físicas y otros considerados dentro del proceso de cálculo, dichos datos se organizan en la planilla Excel para que la información sea lo más explícita posible.

Los datos de cada elemento de estudio serán posteriormente especificados en un cuadro o planilla resumen. Por otro lado, también es importante la información relativa al costo de construcción de un camino nuevo y al costo de diversos trabajos de mantenimiento

rutinario, recapado, repavimentación y reconstrucción de los diferentes tipos de caminos existentes en la red.

3.6. USOS DE LA INVENTARIACIÓN VIAL

Las planillas de información que se recolectan en el lugar de estudio están disponibles para las instituciones viales, y así puedan utilizarlas como una fuente para el monitoreo de la infraestructura, la determinación del patrimonio vial y la realización de otros tipos de estudios a manera de lograr una mejor conservación de la infraestructura y defensa del patrimonio vial; así mismo para alargar la vida útil de estas estructuras teniendo un buen control y planificación de los procesos de conservación, brindando seguridad y beneficiando a los usuarios.

3.7. PATRIMONIO VIAL

3.7.1. Introducción

En Tarija - Bolivia, su extensa red de caminos constituye la más alta inversión de propiedad pública, destinada a responder las exigencias que plantea el desarrollo económico del país. La construcción de esta red se ha financiado principalmente mediante recursos públicos. Sin embargo, esta red vial se está deteriorando debido a deficiencias que presenta en su conservación.

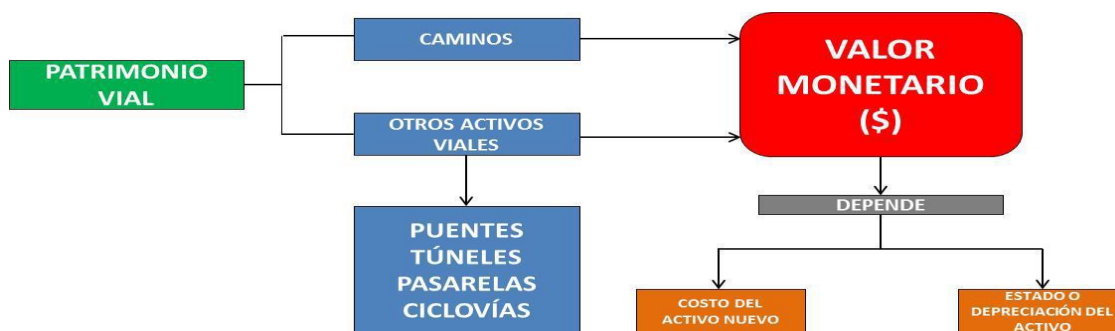
Gradualmente y en forma inadvertida, se está perdiendo el patrimonio vial que tanto ha costado generar.

El Patrimonio Vial cuantifica en términos monetarios los caminos y otros activos viales que forman parte de la infraestructura vial de la Provincia Cercado, siendo su valor un importante indicador de la gestión realizada por las instituciones viales, ya que permite determinar los montos necesarios a invertir en conservación cuando estos caminos no estén en su estado óptimo.

Un componente importante de la Gestión de la Infraestructura Vial es la Valorización del Patrimonio Vial. Se ha demostrado que el cálculo periódico del Patrimonio Vial permite a las instituciones monitorear la infraestructura y minimizar la pérdida del valor de la misma asociada a causas como el deterioro físico, la subutilización o los riesgos en la seguridad. Sumado a lo anterior, la valorización del Patrimonio Vial facilita a las

instituciones la toma de decisiones de inversión además de justificar los montos necesarios de inversión en conservación de la Infraestructura Vial.

Figura N° 3. Proceso de cálculo de Patrimonio



Fuente: Departamento de Gestión Vial. Metodología para determinar el patrimonio vial. 2010

3.7.2. Concepto de Patrimonio Vial

El patrimonio vial es el conjunto de caminos públicos existentes en la provincia, cuyo valor puede ser calculado en términos monetarios. El valor depende de la magnitud de las obras ejecutadas y de su estado de conservación.

3.7.3. Metodología Para determinar el Patrimonio Vial

Las recomendaciones para el cálculo del Patrimonio Vial tienen como fundamento el concepto de costo por valor de salvamento; en este método, el valor del activo en cualquier tiempo “t”, se calcula como la diferencia entre el activo nuevo y el costo necesario para llevar el activo en el estado del tiempo “t” a un estado como nuevo.

$$NSV_t = RC - RehabC_t$$

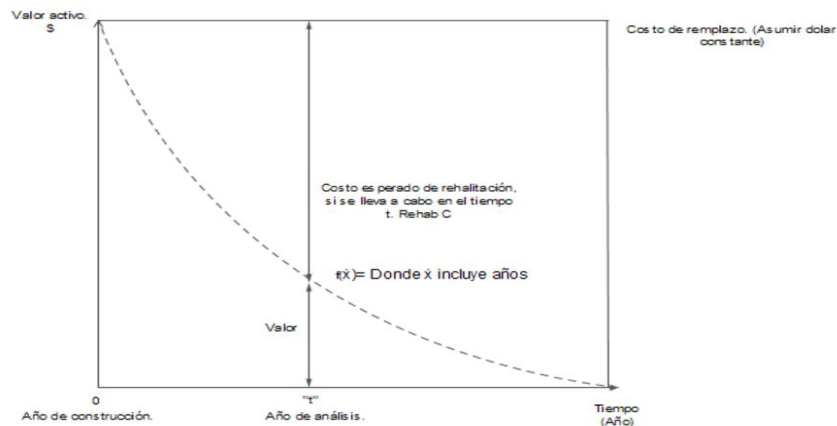
Ecuación 1. Valor de salvamento.

Donde:

RC: Costo de Reposición o Costo en Estado Nuevo.

RehabC: Costo necesario para llevar al activo a la condición inicial

Figura N° 4. Explicación gráfica del método.

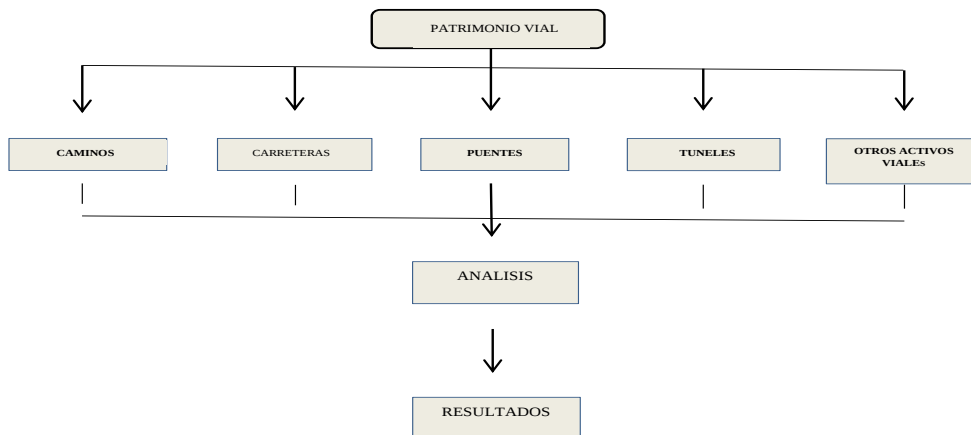


Fuente: *A Methodology for Highway Asset Valuation in Indiana. 2012.*

Este método se basa en una metodología que considera el estado estructural y funcional que el camino presenta en el momento de la evaluación.

El presente trabajo propondrá la determinación del patrimonio vial de los tramos establecidos de la Provincia Cercado del departamento de Tarija, aplicando la metodología de valor de salvamento en los activos viales existentes en la provincia.

Figura 5. Esquema general de los activos para el cálculo del Patrimonio Vial.



Fuente: *Elaboración propia.*

3.7.4. Datos para el cálculo del valor del patrimonio vial

Para el cálculo del valor del patrimonio vial se requieren tres tipos de datos:

- a) El primer tipo está constituido por la información disponible en el inventario de la red vial que incluye la lista de todos los caminos existentes y de los diversos tramos que los componen, su longitud y las características físicas que definen el tipo de camino a tratar. La información mínima requerida es la clase del camino, tipo de terreno, número de pistas, tipo de carpeta de rodadura y longitud del camino o tramo.
- b) El segundo tipo de información consiste en la condición de estado actual de los caminos. Un inventario de estado completo debería contener la información sobre el estado de todos los elementos del camino, es decir, del pavimento, señalización y sistemas de drenaje, etc. Sin embargo, considerando que las capas de rodadura suelen ser la parte más costosa del camino, la más afectada por el tránsito y sensible a la falta de conservación, para efectos del cálculo del valor del patrimonio vial es básicamente suficiente conocer el estado de los pavimentos.
- c) El tercer tipo es la información relativa al costo de construcción de un camino nuevo y al costo de diversos trabajos de mantenimiento rutinario, recapado, repavimentación y reconstrucción de los diferentes tipos de caminos existente en la red.

3.7.5. Componentes de un camino

Para efectos del análisis, el camino se puede dividir en cuatro componentes:

- a. Terreno
- b. Obras básicas
- c. Capas de rodadura
- d. Estructuras mayores (puentes, túneles, muros, etc.)

a. Terreno: Es el espacio físico en que se construye el camino. La adquisición del terreno es una transacción de carácter legal, que no incluye ningún tipo de obra civil. El terreno puede haber sido del Estado, y sino, éste lo compra a propietarios privados, la adquisición es una transferencia y no supone cambio alguno en el valor del patrimonio nacional. En consecuencia, el terreno es parte del

patrimonio general del país, pero no del patrimonio vial.

b. Obras básicas: Las obras básicas la constituyen la plataforma sobre la cual se construyen las capas de rodadura, cortes y terraplenes, obras de drenaje, etc. Las normas técnicas exigen que el camino tenga, entre otras características, pendientes suaves, curvas amplias y buena visibilidad para asegurar un viaje cómodo, seguro y económico, de acuerdo al estándar definido para dicho camino. Es probable que el terreno presente quebradas, grandes rocas, pendientes fuertes, masas, o corrientes de agua u otros obstáculos naturales o artificiales. En esos casos, es necesario realizar obras que alteren el terreno natural, tales como cortar cerros, rellenar depresiones y quebradas y construir obras de drenaje. Estas son las denominadas obras básicas, están expuestas al viento y a la lluvia, también deben soportar el peso y la vibración de los vehículos grandes. Para evitar su deterioro, deben efectuarse algunos trabajos de conservación rutinaria y periódica, sobre todo en los sistemas de drenaje. Si se realizan estas actividades adecuadamente, bastará que las obras básicas se hagan una sola vez, y posteriormente pueden mantenerse casi indefinidamente.

c. Capas de rodadura: Las capas de rodadura permiten que la superficie del camino sea firme y plana, de modo que los vehículos puedan desplazarse en forma cómoda y segura. Las capas de rodadura son un conjunto de estratos especialmente diseñados para satisfacer los requisitos específicos de los caminos y del tránsito previsto. Sólo la capa superior de este conjunto queda visible para el usuario. Esta puede ser un pavimento de hormigón, de asfalto o de tratamiento superficial, o bien puede ser de grava o sólo de tierra. Las capas restantes pueden ser de diferentes materiales y espesores, y sirven para dar apoyo, firmeza y durabilidad a la superficie visible. El conjunto de las capas de rodadura es una parte costosa del camino, y es la que más rápidamente se deteriora si no se efectúa una conservación adecuada. El deterioro depende, en gran medida, de la cantidad y del peso de los vehículos que lo usan, como asimismo de la calidad de la conservación.

- d) **Grandes estructuras:** Incluye puentes, viaductos, túneles, muros, etc. Los puentes y viaductos se desgastan con el uso (fatiga de los materiales) y necesitan ser reemplazados después de que un cierto número de vehículos ha hecho uso de ellos. La evaluación precisa de las grandes estructuras merece un cálculo aparte. La principal dificultad para asociarles un valor patrimonial radica en la gran diversidad del tipo de estructuras y sus fundaciones, así como también en su mecanismo de desvalorización

3.7.6. Relación Estado - Valor de un Camino

La metodología y criterio para determinar el estado actual del pavimento establece que el estado de la red pavimentada y no pavimentada es clasificado en tres condiciones: bueno, regular y malo. Esta clasificación define la aptitud del camino para servir al tránsito:

- * Un camino **bueno** está en condiciones apropiadas para servir al usuario que quiere transitar con su vehículo. La calidad del camino sigue siendo la misma que tenía cuando estaba nuevo. Por este motivo, su valor es igual al de un camino nuevo de iguales características. Si un camino no es nuevo pero se encuentra en buen estado, puede deberse al escaso uso que se le ha dado, o bien a la excelente conservación de que ha sido objeto, o a una combinación de ambas.
- * Un camino clasificado como **regular** tiene una aptitud menor para servir al usuario, pues las deficiencias que presenta dificultan su uso y/o lo hacen más costoso. En consecuencia, un camino clasificado como regular tiene menos valor que uno clasificado como bueno. La diferencia de valor entre ambos caminos corresponde al costo que supone mejorar el camino regular, para que vuelva a quedar en buen estado y pueda resistir el tránsito por unos años más. Para conseguir este objetivo, suele ser suficiente recapar o tratar la superficie de rodadura y practicar otros trabajos menores.
- * Un camino clasificado como **malo** tiene una aptitud muy reducida para servir al usuario. Su deterioro es tal que los vehículos transitan con

dificultad y a un costo muy elevado, por lo que el valor del mismo es mucho menor que el del camino clasificado como bueno. La diferencia de valor entre los dos caminos corresponde al costo que supone mejorar el camino en estado malo, para que vuelva a quedar en estado bueno. Esto normalmente implica la rehabilitación o reconstrucción completa del camino, a un costo similar al de un camino completamente nuevo.

3.7.7. Valor de un camino

En virtud de lo expuesto, y considerando que el cálculo del valor de las estructuras se realiza por separado, el valor patrimonial de un **camino nuevo** se calcula como la suma de:

- a) Costo de obras básicas
- b) Costo del pavimento (calzadas y bermas), incluyendo sus diferentes capas.

El terreno es parte del patrimonio general del país, y no del patrimonio vial. La adquisición del terreno es una transacción de carácter legal. El terreno no se desgasta y no deja nunca de ser un bien que potencialmente puede servir como espacio para otros usos. En consecuencia, el cálculo del valor del patrimonio vial no incluye el valor del terreno.

El valor de un **camino que no es nuevo** se calcula partiendo del valor que tendría éste si fuera nuevo (valor máximo teórico), menos el costo necesario para elevar el estado actual deficitario del camino al estado bueno. El valor restado corresponde entonces al costo para eliminar cualquier deficiencia en el camino. El valor actual de un camino disminuye con el grado de deterioro; éste es pequeño en los primeros años de uso de un camino pavimentado y se incrementa rápidamente cuando el camino pasa de estado regular a malo.

En la práctica, el deterioro principal se produce en las diferentes capas de pavimento. En circunstancias normales, las obras básicas no presentan deterioros relevantes, es decir, con un mínimo de conservación éstas mantienen su valor inicial.

En relación al patrimonio vial, y como resultado de la aplicación del método, éste nos lleva a determinar los siguientes cuatro valores:

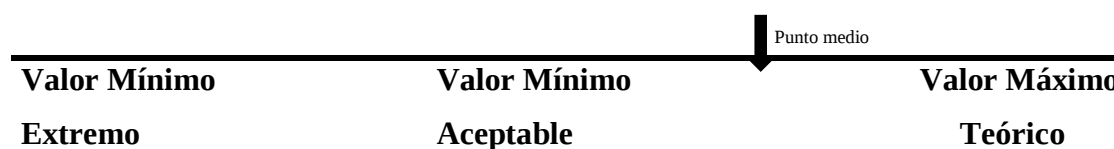
Valor actual del patrimonio vial: Es la suma del valor individual de cada tramo de camino en el estado actual, incluyendo la desvalorización que implica un estado inferior al inicial.

Valor máximo teórico: Corresponde al valor que tendría la red si todos los tramos estuvieran en buen estado o recién construidos.

Valor mínimo aceptable: Es el valor que tendría la red si toda ella estuviera en un estado mínimo aceptable desde el punto de vista económico. Las investigaciones han demostrado que resulta altamente inconveniente permitir que los caminos lleguen a un estado tan precario que sea necesario realizar grandes obras de repavimentación o de reconstrucción. La condición mínima aceptable coincide generalmente con el estado denominado regular, con la sola excepción de aquellos que tienen muy poco tránsito, para los cuales el estado mínimo aceptable puede ser malo.

Porcentaje de la red que se encuentra en peor estado que el mínimo aceptable: Corresponde al porcentaje de aquellos caminos que se han deteriorado hasta el extremo de que los trabajos normales de conservación resultan insuficientes para mantenerlos transitables, de modo que es preciso repavimentarlos, rehabilitarlos o reconstruirlos.

Estos cálculos permiten ubicar el valor actual del patrimonio en una escala que se extiende en el rango siguiente:



Valor mínimo extremo se puede considerar en aquel camino completamente deteriorado, en el cual subsisten, de todos modos, algunas obras básicas.

Mediante estos cálculos se pueden, además, identificar los sectores de la red y todos los tramos individuales en los que se ha permitido que el deterioro haya ido más allá de lo aceptable, e indicar en forma aproximada la inversión que demandaría la recuperación de los caminos.

3.7.8. Valor de caminos Pavimentados

El valor de un camino se determinará en función de su estado actual y serán depreciados según la ecuación 1.

$$V_c = CR - CRehab_t$$

Ecuación 1. Valor actual de caminos pavimentados.

Dónde:

- V_{ct} : Valor del camino en el tiempo t de la evaluación del Patrimonio Vial.
- CR : Costo de reemplazo (camino nuevo).
- $CRehab_t$: Costo necesario para llevar al activo a la condición inicial “como nuevo” en el tiempo “ t ”.

3.7.9. Valor de Caminos No Pavimentados

De acuerdo a lo presentado los caminos no pavimentados se dividen en tres grupos; cada uno de estos se evaluará de la siguiente manera:

3.7.10. Caminos de Tierra

El valor de los caminos no pavimentados de tierra se mantendrá constante, siendo su valor como nuevo o residual igual al correspondiente por concepto de Movimiento de Tierra y Preparación de la Faja.

3.7.11 Caminos de Ripio

Se considera una depreciación lineal basada en la pérdida anual o tasa constante de depreciación de material granular (ripio) que experimenta la carpeta de rodado, la

cual dependerá de la zona climática en que se encuentre ubicado el camino (norte, centro, sur o austral) y el tipo de solución.

$$V_{\text{actual}} = V_{\text{nuevo}} - V_{\text{actual rehab.ripio}}$$

Ecuación 2. Valor actual de caminos de Ripio.

Dónde:

V_{actual} : Valor monetario actual del camino, que corresponde al período en el cual se calcula el Patrimonio Vial.

V_{nuevo} : Valor monetario que representa al camino como si estuviese como nuevo.

$V_{\text{actual rehab. Ripio}}$: Valor monetario que representa el costo para llevar el activo a la condición inicial.

El valor como nuevo está dado por un estándar que contiene 5 partidas globales: Preparación de Faja, Movimiento de Tierra, Estructuras y Obras Convexas, Drenaje y Protección de la Plataforma y, por último, Elementos de Control y Seguridad. Cada partida varía en cubicación y precio según la zona geográfica en que se encuentre. Se debe señalar que la sexta partida global, correspondiente a Capas Granulares, se incluye con el Valor actual de Ripio.

3.7.12. Valor de Puentes

La valorización de puentes y/o viaductos se realiza considerando una depreciación lineal. En el caso de los puentes, se definió una clasificación según las características constructivas de la infraestructura, vigas y tipo de tablero (hormigón, acero, madera). Los puentes al cumplir su vida útil pierden totalmente su valor, siendo necesario reconstruirlos por completo. Por lo tanto, no se considerará un valor residual en la evaluación de estos activos. La pérdida anual de valor, o tasa constante de depreciación, se calcula como el costo histórico dividido por la vida de servicio del puente. La ecuación empleada se presenta a continuación:

$$V = CH - \frac{CH}{t_s}(t - t_c)$$

Ecuación 3. Valor actual de puentes.

Dónde:

V	:	Valor actual del Puente.
CH	:	Costo de construcción.
ts	:	Vida útil según tipología definida.
tc	:	Año de construcción.
t	:	Año actual.

Para la implementación de este método de depreciación, es necesario definir previamente la vida útil de cada uno de los activos considerados, valor que se define en base a la configuración de cada puente.

3.7.13. Valor de otros activos viales

La valorización de activos viales anexos a la carpeta de rodadura tales como: alcantarillas, badenes, cunetas, muros, ciclovías, señales y pasarelas, se realizará en forma independiente, considerando una depreciación lineal para determinar el valor actual de los activos. La ecuación empleada para el cálculo del valor del activo se presenta a continuación:

$$VL_t = CH - \frac{CH - VR}{t_s}(t - t_c)$$

Ecuación 4. Valor actual de activos viales.

Donde:

VL_t	:	Valor actual del activo.
CH	:	Costo de construcción.
VR	:	Valor residual.
t_s	:	Vida útil.
t_c	:	Año de construcción.
t	:	Año actual.

Para la implementación de este método de depreciación, es necesario definir previamente el valor residual (VR) y la vida útil de cada uno de los activos viales considerados. El valor residual corresponde al valor que tendrá el activo al terminar su vida útil (t_s), o luego de ser completamente depreciado.

3.8. ESTADÍSTICA

3.8.1. Concepto

La Estadística es la ciencia que se encarga de recolectar datos de una población o muestra. Los conceptos estadísticos se han trabajado intuitivamente desde la antigüedad, las primeras culturas recopilaban datos poblacionales por medio de censos como los realizados en Egipto por Moisés (según consta la Biblia) y el empadronamiento que fue efectuado por los romanos en Judea

3.8.2. Estadística Descriptiva.- La estadística descriptiva es la rama de las matemáticas que recolecta, presenta y caracteriza un conjunto de datos (por ejemplo, edad de una población, altura de los estudiantes de una escuela, temperatura en los meses de verano, etc.) con el fin de describir apropiadamente las diversas características de ese conjunto

3.8.3. Población estadística. En estadística, también llamada universo, es el conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones

3.8.4. Estadístico (muestral). Es una medida cuantitativa, derivada de un conjunto de datos de una muestra, con el objetivo de estimar o inferir características de una población o modelo estadístico

3.8.5. Media(x). Se calcula sumando los valores que tenemos y los dividimos por la muestra total de individuos. Se calcula para variables cuantitativas porque la media son números. Es el centro aritmético de nuestro dato.

Es, por tanto, el sumatorio de todas las medidas (x) entre (n) toda la población.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Ecuación 5. Valor medio

Dónde:

x: Valor medido

n: Numero de observaciones

3.8.6. Desviación Estándar

La desviación estándar es un índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos (o población). Mientras mayor es la desviación estándar, mayor es la dispersión de la población. La desviación estándar es un promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución. Así, la desviación estándar mide el grado de dispersión o variabilidad. En primer lugar, midiendo la diferencia entre cada valor del conjunto de datos y la media del conjunto de datos. Luego, sumando todas estas diferencias individuales para dar el total de todas las diferencias. Por último, dividiendo el resultado por el número total de observaciones (normalmente representado por la letra “n”) para llegar a un promedio de las distancias entre cada observación individual y la media. Este promedio de las distancias es la desviación estándar y de esta manera representa dispersión

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Ecuación 6. Desviación Estándar

Dónde:

x_i : Valor individual del conjunto de datos

$\bar{x}$: Media del conjunto de datos

n : Número total de observaciones

3.8.7. Varianza. Es una medida de variabilidad que se obtiene elevando al cuadrado la desviación estándar se simboliza: $(s)^2$

Así que una vez obtenida la desviación estándar sólo hay que elevar al cuadrado su valor y con ello obtenemos el valor de la varianza

3.8.8. Valor máximo. Es el valor máximo que toman los datos.

3.8.9. Valor mínimo: Es el valor mínimo que toman los datos.

4.1 UBICACIÓN DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO

Tramo N° 1

- El Portillo – Lím. Prov. Avilés

Red: Fundamental

Inicio 0+000

Longitud: 5.90 Km

Fin 5+900

Tipo de pavimento: Flexible

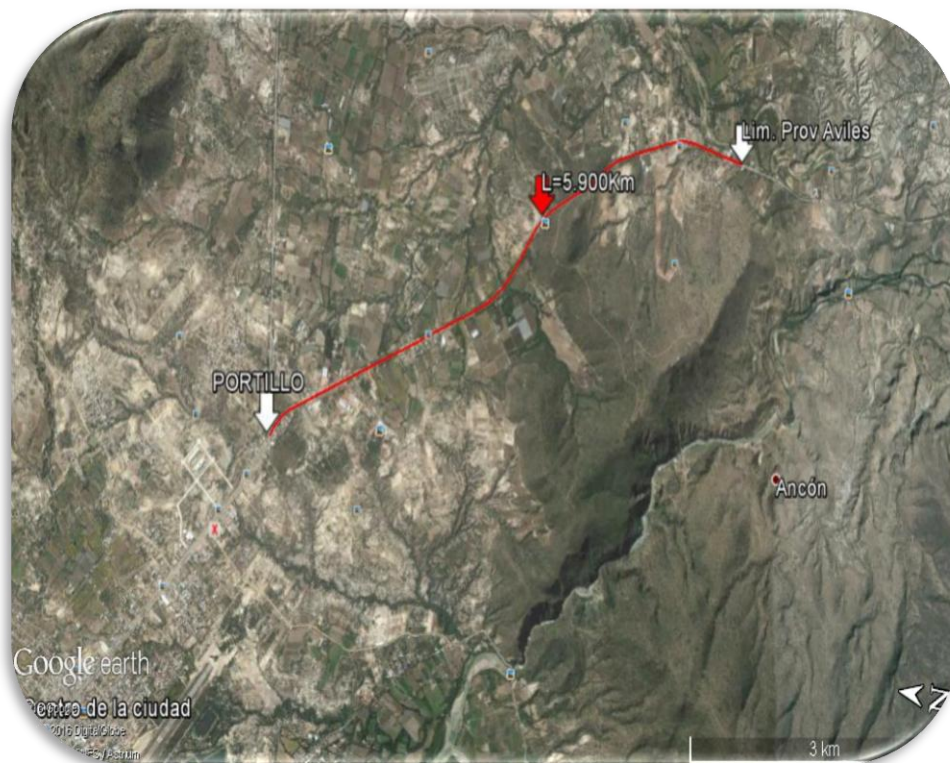
Número de carriles: 2

Ancho de Calzada: 7.30 m

Para este Trabajo se aplicó el código F1

Ancho de Berma: 1.80m

Imagen N°21: Ubicación del tramo Red Fundamental (F1)



Fuente: Elaboración Propia

Tramo N° 2**- El Portillo (Cruce ruta Panamericana) –Santa Ana**

Red: Fundamental

Inicio 0+000

Longitud: 8.760 Km

Fin 8+760

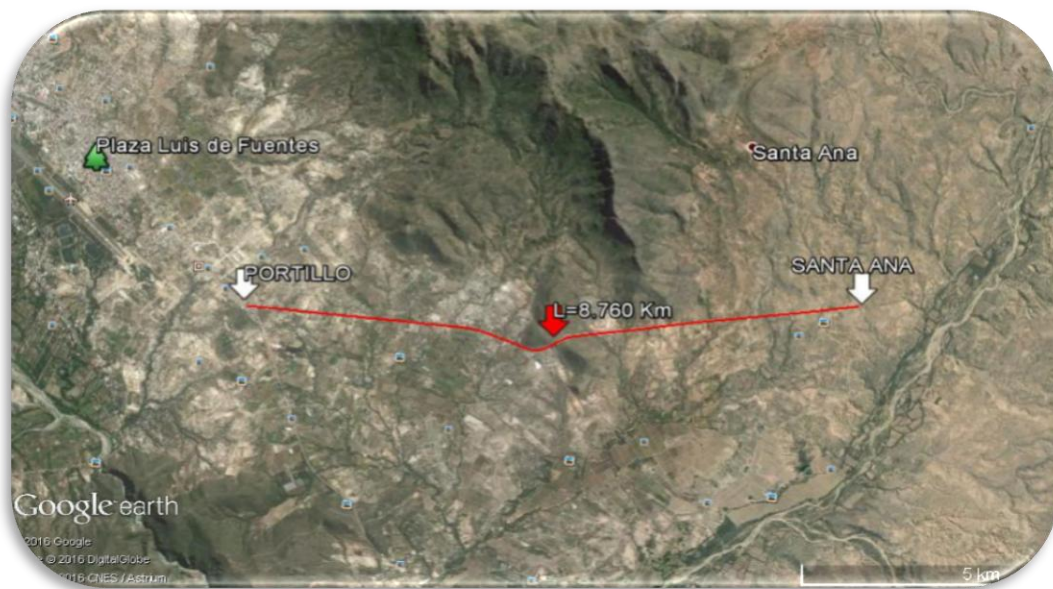
Tipo de pavimento: Flexible

Número de carriles: 2

Ancho de Calzada: 7.30 m

Para este Trabajo se aplicó el código F2

Ancho de Berma: 1.50m

Imagen N°22: Ubicación del tramo Red Fundamental (F2)***Fuente: Elaboración Propia***

Tramo N° 3**- Tarija Callejones– Embalse San Jacinto**

Red: Departamental

Inicio 0+240

Longitud: 6.92 Km

Fin 7+160

Tipo de pavimento: Flexible

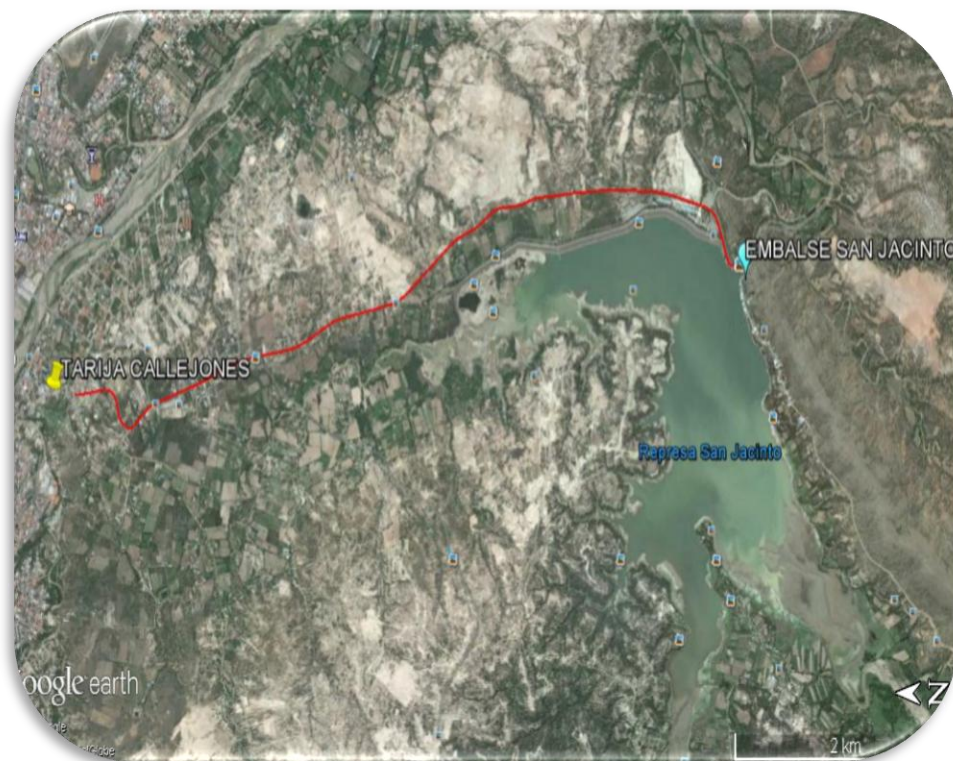
Número de carriles: 2

Ancho de Calzada: 7.30 m

Para este Trabajo se aplicó el código

D1

Ancho de Berma: 0.6 m

Imagen N°23: Ubicación del tramo Red Departamental (D1)***Fuente: Elaboración Propia***

Tramo N° 4**- Tablada Chica –límite Provincial Cercado Avilés**

Red: Departamental

Inicio 0+000

Longitud: 7.452 Km

Fin 7+452

Tipo de pavimento: Flexible

Número de carriles: 2

Ancho de Calzada: 7.14 m

Para este Trabajo se aplicó el código

D2

Ancho de Berma: 0.4 m

Imagen N°24: Ubicación del tramo Red Departamental (D2)***Fuente: Elaboración Propia***

Tramo N° 5**- Cruce a Tolomosa –Tolomosa Grande**

Red: Municipal

Inicio 0+000

Longitud: 7.284 Km

Fin 7+284

Tipo de pavimento: Flexible

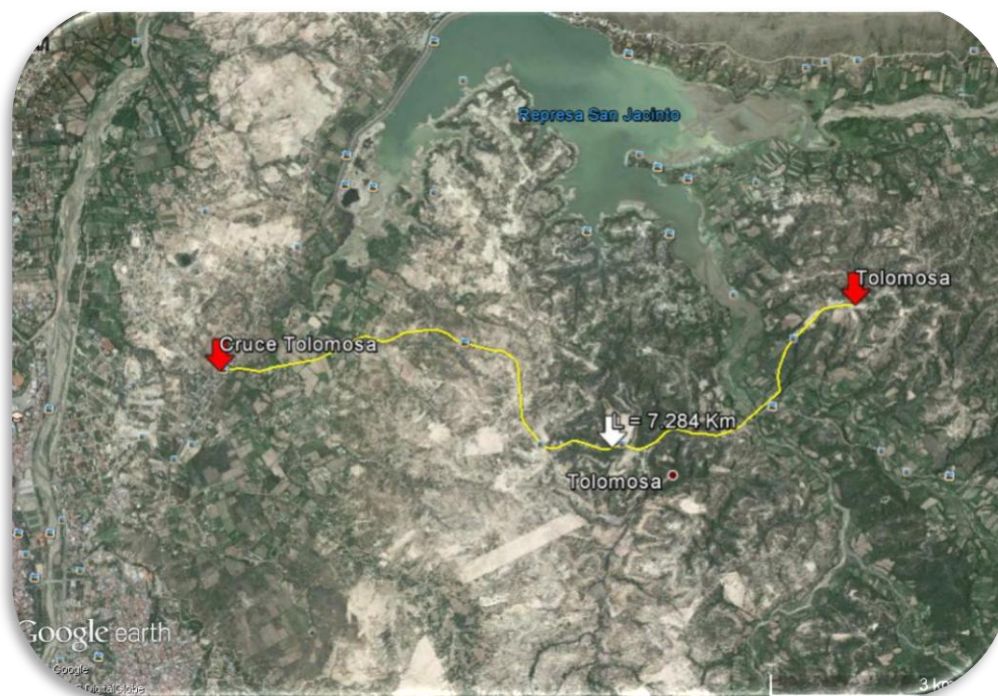
Número de carriles: 2

Ancho de Calzada: 7.30 m

Para este Trabajo se aplicó el código

M1

Ancho de Berma: 0.7 m

Imagen N°25: Ubicación del tramo Red Municipal (M1)***Fuente: Elaboración Propia***

Tramo N° 6**- Final Colon – Lím. Provincial Cercado _Méndez**

Red: Municipal

Inicio 2+030

Longitud: 7.03 Km

Fin : 9+060

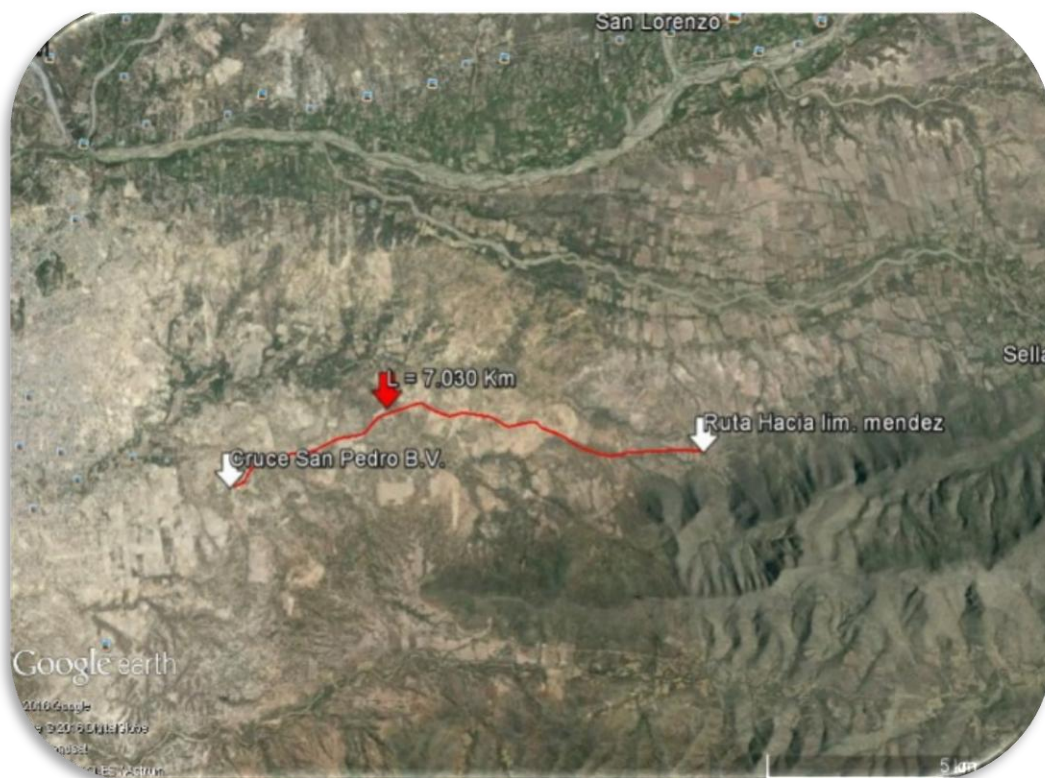
Tipo de pavimento: Flexible

Número de carriles: 2

Ancho de Calzada: 7.0 m

Para este Trabajo se aplicó el código M2

Ancho de Berma: 0.9 m

Imagen N°26: Ubicación del tramo Red Municipal (M2)***Fuente: Elaboración Propia***

Tramo N° 7**- Alto España – Rosario**

Red: Municipal

Inicio 0+900

Longitud: 5.7 Km

Fin: 6+600

Tipo de superficie: Grava

Número de carriles: 1

Ancho de Calzada: 3 m

Para este Trabajo se aplicó el código M3

Imagen N°27: Ubicación del tramo Red Municipal (M3)***Fuente: Elaboración Propia***

Tramo N° 8**- Carlazo Centro - Papachacra**

Red: Municipal

Inicio 0+00

Longitud: 4.69 Km

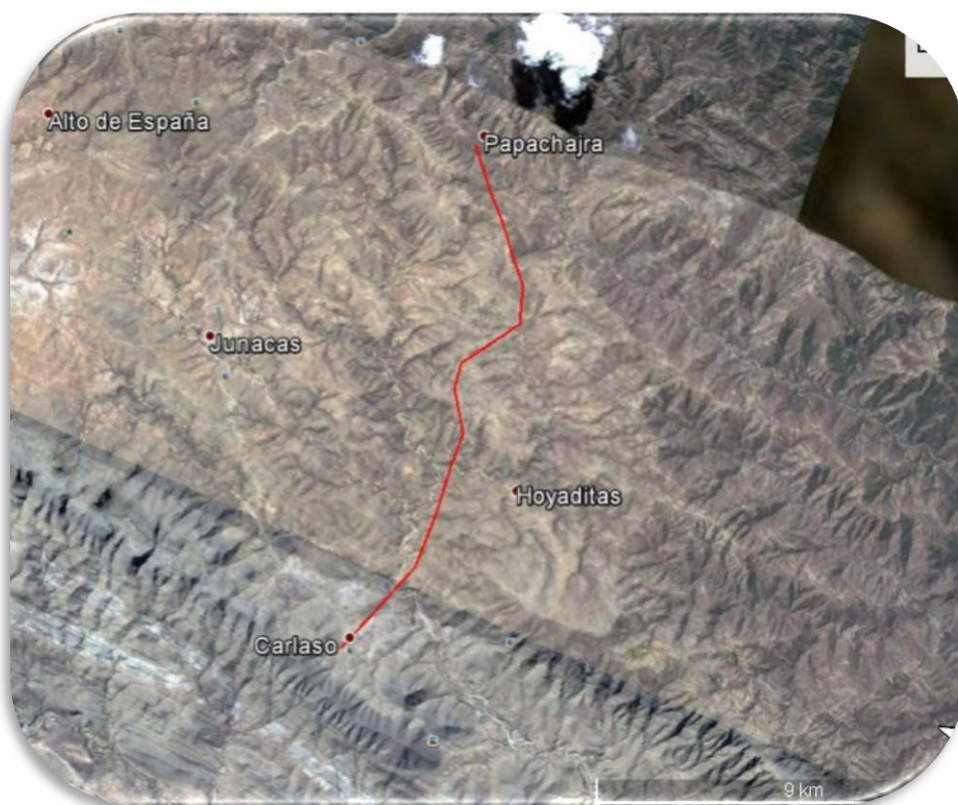
Fin: 4+690

Tipo de superficie: Grava

Número de carriles: 1

Ancho de Calzada: 3.1 m

Para este Trabajo se aplicó el código M4

Imagen N°28: Ubicación del tramo Red Municipal (M4)***Fuente: Elaboración Propia***

4.2 ANTECEDENTES DE LA RED VIAL DE LA PROVINCIA CERCADO

Este punto contiene información relacionada con la longitud de la red vial del Departamento, que se encuentra distribuida a nivel Provincial y Municipal como se muestra en los siguientes cuadros, el dato que nos interesa es el de la provincia Cercado.

Tabla N°5 Resumen de Rutas del Municipio

Departamento : **TARIJA**
Provincia : **CERCADO**

Municipio : **CERCADO**
Residencia : **Valle Central**

RESUMEN DE RUTAS DEL MUNICIPIO

Red	RUTA	INICIO	DESTINO	LONGITUD (Km)
Fund.	28	TARIJA (CALLEJONES)	ABRA DEL PUESTO (LIMITE CERCADO-AVILÉS)	27,543
Deptal	601	CR F028 (CR A TOLOMOSA)	MOLINO VIEJO (TOLOMOSA)	11,943
	605	TABLADA CHICA	LIM PROVINCIAL CERCADO - AVILEZ	30,50
	606	CR. RT F11 (SANTA ANA)	LIMITE PROVINCIAL CERCADO-MENDEZ	29,721
	61101	CR RT F001 (A SANTA ANA LA VIEJA)	CR RT F011 (PUERTA DEL CHACO)	32,45
Mpal	61102	MANCHA URBANA (FINAL COLON)	LIM PROV CERCADO-MENDEZ	23,78
	61103	CR. RT F011 (A JUNACAS NORTE)	ALTO ESPAÑA NORTE	14,75
	61103	CR. ALTO ESPAÑA NORTE	ROSARIO	5,70
	61104	CR RT F1 (LA PINTADA)	SANTA ANA LA CABAÑA - CR RT F11	9,57
	61105	CR. RT. F11 (A CARLASO CENTRO)	PAPACHACRA	17,88
	61106	TOLOMOSA CR. F028	SAN ANDRES CR RT 605	5,76
	61107	CR RT 61102(A MONTE CERCADO)	SELLA CERCADO	11,49
	61108	CR. RT F011 (A MORRO GACHO)	MORRO GACHO	7,04
	61109	CR RT 61108 (A MORRO GACHO)	CR RT 61103 (POLLA ABAJO)	7,01
	61110	FINAL AV. FRAY QUEBRACHO (A LA GAMONEDA)	CR RT 61113 (A CALDERA GRANDE)	18,57
	61111	CR RT 605 (SAN ANDRES)	SAN PEDRO DE SOLA	5,73
	61112	LIMITE PROVINCIAL CERCADO-MENDEZ	CR RT 606 (SAN ROQUITO)	12,30
	61113	CR RT606 (A CALDERA GRANDE)	CALDERA GRANDE	7,77
	61114	CR RT606 (A YESERA SAN SEBASTIAN)	YESERA SAN SEBASTIAN	6,79
	61115	CR RT 028 (A TOLOMOSA CENTRO)	CR RT 028	4,56
	61116	CR RT 61102	SELLA CANDELARIA	3,99
	61117	CR RT 605 (A LAZARETO)	LAZARETO	1,14
	61118	CR RT 61107 (A MONTE MENDEZ)	LIM PROV CERCADO - MENDEZ	2,53
	61119	CR. RT. F11 (A EL CONDOR)	CR RT 61105 (CANCHONES)	11,70
	61120	CR RT 65101 (TOMATITAS)	OBRAJES	7,95
	61121	CR RT 028 (A CHURQUIS)	CHURQUIS	5,03
	61122	SAN MATEO (CR RT 65104)	MONTE CENTRO (CR RT 61107)	4,69
	61123	CR RT 601 (TABLADA GRANDE)	TURUMAYO (CR RT 605)	6,14
	61124	GUERRAHUAICO CR 605	TOLOMOSITA CR F028	6,36
	65104	CR RT F001 (A SAN MATEO)	LIM PROV CERCADO-MENDEZ	4,37
		LIM PROV MENDEZ-CERCADO	LIM PROV CERCADO-MENDEZ	2,49
LONGITUD TOTAL (Km.)				371,979

Fuente: SEDECA

Tabla N°6 Distribución de Longitud por tipo de Red

CATEGORIA	Longitud (Km)
RED FUNDAMENTAL 1	18,86
RED FUNDAMENTAL 2	36,381
RED DEPARTAMENTAL 1	8,457
RED DEPARTAMENTAL 2	29,037
RED MUNICIPAL 1	22,971
RED MUNICIPAL 2	11,536
RED MUNICIPAL 3	6,59
RED MUNICIPAL 4	17,053

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla N°7** Resumen general de superficie de rodadura del Departamento en función al tipo

Provincia	Longitud (Km)	Losa de H°	Concreto Asfáltico	Trat. Superficial	Adoquín	Empedrado	Grava	Tierra
Cercado	424,77	0,506	43,301	35,073	0	24,386	198,423	123,081

Tabla N°8 Resumen general de superficie de rodadura del Departamento

Provincia	Fundamental		Departamental		Municipal		Total general (Km)
	Km	%	Km	%	Km	%	
Cercado	80,33	8%	72,16	7%	272,27	7%	424,77

Fuente: SEDECA

4.3 PROCESO DE INVENTARIO VIAL

4.3.1. Activos viales definidos para la Inventariación

El inventario vial se realizará directamente obteniendo datos de los activos viales existentes más relevantes que son:

- Superficie

- Alcantarillas
- Cunetas
- Puentes
- Señalización

4.3.2. Equipo utilizado

El equipo utilizado para la Inventariación es:

- Wincha
- Flexómetro
- GPS
- Cámara

4.3.3. Inventario vial de los tramos Establecidos

Para ejemplificar cómo se realizó el Inventario Vial se mostrará el realizado en el tramo de la red Departamental D2, (ver el detalle de todos los tramos en Anexos)

- Tablada Chica – Prog. 7+452 Hacia límite Provincial Cercado-Avilés

Para la obtención de datos se elaboraron planillas para cada activo vial existente en el tramo. A continuación se presenta la planilla de superficies:

TablaN°9: Planilla de inventario de superficie

PLANILLA DE SUPERFICIES (ANEXOS)

Red Departamental Tramo : - Tablada Chica – Limite Provincial Cercado Avilés L= 7,4521159 km

TIPO	CONDICIÓN	ANCHO (m)	BERMA (m)	TIPO BERMA	CONDICIÓN BERMA	PROG. INICIAL (km)	PROG. FINAL (km)	LONGITUD (km)	LONG. ACUM. (Km)	SUPERFICIE ACUM. (m2)
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	0,000	0,281	0,281	0,281	2231,140
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	0,281	0,561	0,280	0,561	4454,340
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	0,561	0,722	0,161	0,722	5732,680
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	0,722	0,982	0,260	0,982	7797,080
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	0,982	1,455	0,473	1,455	11552,700
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	1,455	1,681	0,226	1,681	13347,140
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	1,681	1,967	0,286	1,967	15617,980
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	1,967	2,352	0,385	2,352	18674,880
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	2,352	2,643	0,291	2,643	20985,420
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	2,643	2,965	0,322	2,965	23542,100
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	2,965	3,347	0,382	3,347	26575,180
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	3,347	3,611	0,264	3,611	28671,340
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	3,611	3,894	0,283	3,894	30918,360
Trat. Superficial	Regular	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Regular	3,894	4,378	0,484	4,378	34761,320
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	4,378	4,426	0,048	4,426	35144,028
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	4,426	4,898	0,472	4,898	38891,708
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	4,898	5,342	0,444	5,342	42415,480
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	5,342	5,675	0,333	5,675	45059,500
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	5,675	5,963	0,288	5,963	47346,220
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	5,963	6,347	0,384	6,347	50395,180
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	6,347	6,656	0,309	6,656	52851,567
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	6,656	7,091	0,435	7,091	56305,467
Trat. Superficial	Bueno	7,14	0,8	Trat. Superficial Simple	Bueno	7,091	7,452	0,361	7,452	59169,800
TOTAL=									7,452116	59169,800

Fuente: Elaboración Propia

Imagen N°29. Medición de superficie



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°10. Planilla de inventario de alcantarillas**PLANILLA DE ALCANTARILLAS (ANEXO)****Red Departamental :Tablada Chica – Límite Provincial Cercado Avilés L=7,452 Km**

Tipo	Prog. (km)	Condición	Long.(m)	N° de Tubos	Diámetro (m)	Encausador Entrada	Encausador Salida	m3 DE H° del ENCAUSADOR	(ml) de Alcantarilla D=1.4	(ml) de Alcantarilla tub. metálico D=1 Condición Bueno	(ml) de Alcantarilla tub. metálico D=1.4 Condición Bueno
Tubo Metálico	0,2460	Bueno	13	1	1,4	Cabezal encausador	Cabezal encausador	14,787880	93	0	55
Tubo de H°	1,1630	Regular O	14	1	1,4	Cabezal encausador	Cabezal encausador	15,878970			
Tubo de H°	2,7610	Bueno	12	1	1,4	Cabezal encausador	Cabezal encausador	20,789789		(ml) de Alcantarilla tub. metálico D=1 Condición Malo	(ml) de Alcantarilla tub. metálico D=1.4 Condición Malo
Tubo de H°	2,9558	Bueno	12	1	1	Cabezal encausador	Cabezal encausador	23,789789		0	0
Tubo Metálico	3,8420	Bueno	14	1	1,4	Cabezal encausador	Cabezal encausador	16,878097	(ml) de Alcantarilla D=1.0	(ml) de Alcantarilla tub. H° D=1 Condición Bueno	(ml) de Alcantarilla tub. H° D=1.4 Condición Bueno
Tubo de H°	4,3040	Regular O	12	1	1,4	Cabezal encausador	Cabezal encausador	25,987898	36	36	12
Tubo de H°	4,7510	Bueno	12	1	1	Cabezal encausador	Cabezal encausador	19,278673			
Tubo Metálico	5,6550	Bueno	14	1	1,4	Cabezal encausador	Cabezal encausador	24,676659		(ml) de Alcantarilla tub. H° D=1 Condición Malo	(ml) de Alcantarilla tub. H° D=1.4 Condición Malo
Tubo de H°	6,4880	Bueno	12	1	1	Cabezal encausador	Cabezal encausador	13,411283		0	26
Tubo Metálico	6,614	Bueno	14	1	1,4	Cabezal encausador	Cabezal encausador	27,53197174			
TOTAL								203,01101	129	129	

Fuente: Elaboración Propia**Imagen N°30. Medición de Alcantarillas****Fuente: Elaboración Propia**

Imagen N°31. Medición de cunetas



Fuente: Elaboración Propia

Imagen N°32. Medición de Puentes



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°11. Planilla de inventario de Cunetas

PLANILLA DE CUNETAS (ANEXO)						
Red Departamental Tramo : - Tablada Chica – Límite Provincial Cercado Avilés L= 7,4521159 km						
SECCIÓN	Tipo	Condición	Prog. Inicial	Prog. Final	Longitud (Km)	Longitud Acum.(km)
Triangular	Cuneta revestida R (izq)	Regular	0,029	0,260	0,231	0,2306
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Regular	0,041	0,363	0,322	0,5525
Rectangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	0,284	0,543	0,259	0,8115
Rectangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	0,385	0,443	0,057	0,8688
Rectangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	0,605	0,703	0,098	0,9670
Rectangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	0,445	0,531	0,086	1,0533
Triangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	0,763	0,910	0,147	1,2001
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	0,534	1,854	0,121	1,3213
Rectangular	Cuneta revestida C (izq)	Malo	1,021	1,328	0,307	1,6280
Rectangular	Cuneta revestida C (izq)	Malo	1,350	1,569	0,219	1,8469
Rectangular	Cuneta revestida C (izq)	Malo	1,581	1,647	0,066	1,9128
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	1,923	2,011	0,087	2,0001
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	2,067	2,188	0,121	2,1214
Rectangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	1,750	1,900	0,150	2,2711
Triangular	Cuneta revestida R (izq)	Malo	2,118	2,243	0,125	2,3956
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Malo	2,266	2,360	0,093	2,4888
Rectangular	Cuneta revestida C (izq)	Malo	2,385	2,628	0,243	2,7320
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	2,553	2,721	0,168	2,8998
Rectangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	2,706	2,804	0,099	2,9985
Rectangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	2,866	2,968	0,102	3,1006
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	3,004	3,360	0,356	3,4567
Triangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	2,902	3,133	0,231	3,6878
Rectangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	3,184	3,243	0,059	3,7470
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	3,364	3,451	0,087	3,8342
Rectangular	Cuneta revestida C (izq)	Bueno	3,303	3,500	0,197	4,0315
Rectangular	Cuneta revestida C (der)	Bueno	3,548	3,702	0,154	4,1857
Triangular	Cuneta revestida C (izq)	Bueno	3,552	3,636	0,084	4,2700
Rectangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	3,724	3,959	0,235	4,5046
Rectangular	Cuneta revestida C (izq)	Bueno	4,252	4,450	0,198	4,7028
Triangular	Cuneta revestida C (der)	Bueno	4,301	4,450	0,150	4,8525
Triangular	Cuneta revestida C (izq)	Regular	4,460	4,839	0,379	5,2311
Triangular	Cuneta revestida C (der)	Regular	4,459	4,877	0,418	5,6492
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	5,024	5,125	0,100	5,7494
Triangular	Cuneta revestida C (der)	Regular	5,125	5,187	0,063	5,8119
Triangular	Cuneta revestida R(der)	Bueno	5,187	5,290	0,103	5,9149
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	5,301	5,440	0,139	6,0536
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Regular	5,516	5,821	0,305	6,3582
Rectangular	Cuneta revestida C (der)	Bueno	5,821	5,829	0,008	6,3663
Rectangular	Cuneta revestida C (der)	Regular	5,834	5,839	0,005	6,3714
Rectangular	Cuneta revestida C (izq)	Regular	5,836	5,841	0,005	6,3764
Triangular	Cuneta revestida C (izq)	Regular	5,841	6,003	0,162	6,5389
Triangular	Cuneta revestida C (der)	Regular	5,839	5,989	0,150	6,6886
Rectangular	Cuneta tierra (der)	Regular	5,996	6,152	0,156	6,8450
Rectangular	Cuneta tierra (izq)	Regular	6,375	6,430	0,055	6,8998
Triangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	6,430	6,558	0,128	7,0278
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	6,194	6,571	0,377	7,4048
Rectangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	7,024	7,180	0,157	7,5615
Rectangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	7,023	7,184	0,160	7,7218
Triangular	Cuneta revestida R (izq)	Bueno	7,190	7,452	0,262	7,9836
Triangular	Cuneta revestida R (der)	Bueno	7,190	7,452	0,262	8,245451800
TOTAL =					8,2455	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°12. Planilla de inventario de Puentes**RESUMEN GENERAL DE PUENTES DEL MUNICIPIO CERCADO**

Red Departamental Tramo :- Tablada Chica – Límite Provincial Cercado Avilés L=7.452

Clasificación	Prog. (Km)	Condición	Long. (m)	Ancho (m)	Espesor de losa (m)	Vol. Losa (m3)	H° Simple Para Laterales y Cabezales (m3)
PTE. LOSA H°	0,0556	Bueno	5,4	8,0	0,30	12,960	36,34324
PTE. LOSA H°	0,881	Bueno	4,2	8,5	0,30	10,710	37,24343
PTE. LOSA H°	2,132	Bueno	5,0	9,0	0,30	13,500	42,24342
PTE. VIGA SIMPLE	2,575	Bueno	22,0	9,0	-	-	48,32525
PTE. LOSA H°	3,725	Bueno	10,5	9,0	0,35	33,075	43,878978
PTE. LOSA H°	5,088	Bueno	5,5	8,5	0,35	16,363	36,89787
PTE. LOSA H°	6,255	Bueno	3,50	8,0	0,30	8,400	35,411
PTE. LOSA H°	7,143	Bueno	5,20	9,0	0,3	15,444	44,169
TOTAL			61,3			110,452	324,512

Fuente: Elaboración Propia**Tabla N°13. Planilla de inventario de Señalización****PLANILLA DE SEÑALIZACION (ANEXOS)**

Red Departamental Tramo :- Tablada Chica – Límite Provincial Cercado Avilés L=7.452

TIPO	CONDICIÓN	PROG. (km)	N° DE SEÑALES	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	PROG. (km)	Longitud (km)	CONDICIÓN
Señal Vertical	Malo	0.080	1	Líneas de control	Todo el tramo	7.452	Malo
Señal Vertical	Bueno	1.256	1				
Señal Vertical	Bueno	1.880	1				
Señal Vertical	Bueno	2.767	1				
Señal Vertical	Malo	3.122	1				
Señal Vertical	Bueno	3.989	1				
Señal Vertical	Malo	4.776	1				
Señal Vertical	Bueno	5.522	1				
Señal Vertical	Bueno	6.122	1				
Señal Vertical	Malo	6.990	1				
Señal Vertical	Malo	7.300	1				
TOTAL			11				

Fuente: Elaboración Propia

4.4 TRABAJO DE GABINETE

Una vez realizado el inventario vial para todos los tramos, se procede a realizar el Cálculo del Valor de Patrimonio Vial.

4.4.1. Cálculo del patrimonio Vial

i) Camino

Para el cálculo del Patrimonio Vial es necesaria la determinación de los costos de la nueva construcción de los tramos de estudio, y los costos de diferentes obras destinadas a convertir un camino con deficiencias en uno sin defectos, para lo cual se emplea:

$$NSVt = RC - RehabCt$$

Ecuación 1. Valor de salvamento.

Donde:

RC: Costo de Reposición ó Costo en Estado Nuevo.

RehabC: Costo necesario para llevar al activo a la condición inicial

ii) Puentes:

La valorización de puentes y/o viaductos se realiza considerando una depreciación lineal. Los puentes al cumplir su vida útil pierden totalmente su valor, siendo necesario reconstruirlos por completo. Por lo tanto, no se considerará un valor residual en la evaluación de estos activos. La pérdida anual de valor, o tasa constante de depreciación, se calcula como el costo de construcción dividido por la vida de servicio del puente. La ecuación empleada se presenta a continuación:

$$V = CH - \frac{CH}{t_s}(t - t_c)$$

Dónde: V	:	Valor actual del puente.
CH	:	Costo de construcción.
ts	:	Vida útil según tipología definida.
tc	:	Año de construcción.
t	:	Año actual.

iii) Valor de otros activos viales:

La valorización de activos viales anexos a la carpeta

de rodadura tales como: alcantarillas, cunetas, señalización, se realizará en forma independiente, considerando una depreciación lineal para determinar el valor actual de los activos. La ecuación empleada para el cálculo del valor del activo se presenta a continuación:

$$VL_t = CH - \frac{CH - VR}{t_s} (t - t_c)$$

Dónde: VLt	:	Valor actual del activo.
CH	:	Costo de construcción.
VR	:	Valor residual.
ts	:	Vida útil.
tc	:	Año de construcción.
t	:	Año actual.

De esta forma, se determinó los Precios Unitarios de cada una de las partidas (ver detalles en Anexos).

Alternativamente, cuando no exista información detallada de algún tipo de obra, se analizan los costos globales (ej.: costos de mantenimiento rutinario).

4.4.1.2. Costo de Construcción Nueva

El costo promedio de un 1 km. de construcción nueva u obra de conservación de cada categoría se calcula multiplicando las cubicaciones estimadas por los Precios unitarios.

En general, en un proyecto vial el costo asociado a la infraestructura más el costo de la superestructura es del orden del 80% del valor total. El resto lo constituye el drenaje, la señalización, y las obras anexas.

Se consideró un promedio del espesor de cada una de las capas que componen el pavimento:

Tabla N°14. *Espesor de las capas del pavimento*

CARPETA	ESPESOR CAPA DE RODAURA	SUB BASE (mm)	BASE (mm)
ASFALTO	50	200	150
TRAT. SUPERFICIAL	25	200	150

Fuente: *Elaboración Propia*

Los costos de construcción nueva se obtienen multiplicando las cantidades por kilómetro por los respectivos precios unitarios. Al valor obtenido se le agrega un 6%, por concepto de obras varias no incluidas en las cantidades típicas de obras por kilómetro, cuyos ítems varían de proyecto en proyecto (ver Anexos).

4.4.1.3. Análisis y verificación de la metodología utilizada para el estado de la carretera.

La metodología utilizada no es propia, es adoptada de otro país cuyos principios y relaciones han sido establecidos en el marco teórico en forma detallada.

Sobre el análisis de la metodología utilizada, se puede concluir con el siguiente cuadro:

UNIDAD DE PATRIMONIO	CANTIDAD	CONDICIÓN	COSTO ORIGINAL (BS)	COSTO DEPRECIADO (Bs)

PAVIMENTO	7,030Km	Bueno	8.583.742,514	6.760.436,09
DRENAJE	4Un	Bueno	85.781,85	64.336,38
ESTRUCTURAS	1Un	Bueno	82.236,9036	68.256,63

Fuente: Elaboración Propia

Sobre la Verificación de la Metodología para el estado de la carretera, aunque específicamente la metodología no pretende establecer indicadores de estado superficial y estructural como el PCI, PSI, IRI y deformaciones estructurales., se quiere determinar en forma general el estado de la superficie del pavimento de carácter visual general dando una calificación común. La Carretera sin fisuras, deformaciones, baches se considera BUENA. Por otro lado, la Carretera con fisuras leves, pocas deformaciones y esporádicos baches se considera REGULAR. Finalmente, la Carretera con fisuras severas, altas deformaciones y presencia de baches se considera MALA.

4.4.1.4. Costos de las acciones de conservación

Este paso consiste en calcular el costo de las diferentes obras destinadas a convertir un camino deficiente en uno sin deficiencias.

Las cantidades de obra se estiman según el tipo de carpeta de rodadura y tipo de calzada, puesto que se actúa directamente sobre el pavimento (ver Anexos).

Tipo Red	Costo Anual de Mantenimiento Rutinario
Pavimentada	34.800

a) Caminos en estado bueno

Para los trabajos de mantenimiento rutinario, realizados por la A.B.C, se establece el presupuesto anual por kilómetro de mantención para la red pavimentada.

TABLA N°15. Costo anual por Kilómetro de mantenimiento rutinario del Pavimento Flexible

Fuente A.B.C.

A los caminos de asfalto, además del mantenimiento rutinario, se aplica un sello cada 5 años. Cabe destacar que cuando se aplica un sello a un camino con tratamiento superficial es porque éste ya no se encuentra en Estado bueno.

b) Caminos en estado regular a bueno

Caminos de asfalto

Red Fundamental: Sobre el pavimento asfáltico se coloca una capa asfáltica de espesor 0,04m. Las bermas son selladas con doble tratamiento superficial y con un sobreancho de compactación de 0.50m.

Red Departamental: Sobre el pavimento asfáltico se coloca una capa asfáltica de espesor 0,04m. Las bermas son selladas con doble tratamiento superficial y con un sobreancho de compactación de 0,50m.

Red Municipal: Sobre el pavimento asfáltico se coloca una capa asfáltica de espesor 0,04m. Se reponen las bermas granulares con un sobreancho de compactación de 0,50m.

Caminos de tratamiento superficial doble

Se aplica un sello sobre el pavimento existente.

Camino de ripio

Consiste en colocar una capa granular de 0,10 m de espesor.

Camino de tierra

Rehabilitación de drenaje y limpieza de faja.

c) Caminos en estado malo a bueno

Caminos de Asfalto Consiste en reponer la estructura completa del pavimento.

Red Fundamental: Se demolerá el 20% de la estructura existente. El pavimento estará constituido por una subbase granular de espesor 0,20m, una base granular de espesor de 0,15m y como superficie de rodadura una capa de concreto asfáltico de 0,05m. Las bermas son selladas con doble tratamiento superficial más un sobreancho de compactación de 0,50m.

Red Departamental: Se demolerá el 20% de la estructura existente. Consiste en colocar una subbase granular de un espesor de 0,20 m, una base granular de espesor 0,15m y una superficie de rodadura de concreto asfáltico de 0,05m. Las bermas son selladas con doble tratamiento superficial y un sobreancho de compactación de 0,50m.

Red Municipal: Se demolerá el 20% de la estructura existente. Consiste en colocar una subbase granular de espesor 0,20m, una base granular de un espesor de 0,15m y una superficie de rodadura de concreto asfáltico de 0,05m y con un sobreancho de compactación de 0,50m.

Caminos de doble tratamiento superficial

Consiste en reponer la estructura completa del pavimento.

Red Fundamental: Se demolerá el 20% de la estructura existente. El pavimento estará constituido por una subbase granular de un espesor de 0,20m, una base granular de un espesor de 0,15m y una superficie de rodadura con doble tratamiento superficial.

Red Departamental: Se demolerá el 20% de la estructura existente. Se coloca una subbase granular de un espesor de 0,20 m, una base granular de espesor de 0,15m y una superficie de rodadura de doble tratamiento superficial.

Red Municipal: Se demolerá el 20% de la estructura existente. Se coloca una subbase granular de espesor de 0,20m, una base granular de espesor de 0,15m y una superficie de rodadura de doble tratamiento superficial.

Caminos de ripio. Consiste en reconstruir el camino y colocar una capa de rodadura de 0,10m de espesor.

Caminos de tierra. Consiste en construir o reconstruir parcialmente las obras básicas.

Los costos de conservación se obtienen multiplicando las cantidades de obra por kilómetro por los respectivos precios unitarios. Al igual que los costos de construcción nueva, al valor obtenido se le agrega un 6% y éste está incluido en el ítem obras varias. Las cantidades de obra y los presupuestos bases de las obras de conservación se encuentran a detalle en los anexos.

4.5 RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla N° 16. *Valor del Patrimonio Vial Actual de los tramos de la Provincia Cercado Año 2016, según Red*
Fuente: *Elaboración Propia*

RED	SUPERFICIE	PUENTES	ALCANTARILLAS	CUNETAS	SEÑALIZACIÓN	MUROS	BADENES	TOTAL
FUNDAMENTAL 1	9.464.547,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9.464.547,39
FUNDAMENTAL 2	13.610.267,0	100.377,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.710.644,1
DEPARTAMENTAL 1	5.605.920,23	0,00	30.127,45	66.083,59	1.956,05	0,00	0,00	5.704.087,33
DEPARTAMENTAL 2	5.555.911,22	761.590,16	303.766,88	776.808,06	3.861,95	0,00	0,00	7.401.938,27
MUNICIPAL 1	6.552.530,50	1.745.001,96	1.539,20	55.963,69	0,00	0,00	0,00	8.355.035,36
MUNICIPAL 2	9.827.851,40	69.706,32	86.262,65	364.658,44	9.529,48	0,00	0,00	10.358.008,2
MUNICIPAL 3	2.977.739,91	0,00	104.214,93	0,00	0,00	216.740,74	73,16	3.298.768,73
MUNICIPAL 4	2.448.652,71	0,00	18.344,44	0,00	0,00	0,00	0,00	2.466.997,14
TOTAL Bs	56.043.420,3	2.676.675,53	544.255,55	1.263.513,7	15.347,48	216.740,74	73,16	60.760.026,6
TOTAL DOLARES AMERICANOS \$	8.052.215,57	384.579,817	78.197,63671	181.539,33	2.205,097733	31.140,9103	10,5114942	8,729,888,82
TOTAL RED EVALUADA : Costo de patrimonio Vial por Kilometro : 162.464,899 \$ 53.734 Km								

El valor actual del patrimonio para los tramos analizados es de **Bs 60,760, 026.62**

Tabla N°17. *Valor del Patrimonio Vial Actual Caminos Pavimentados Provincia Cercado, según Red*

Tabla N°18. Valor del Patrimonio Vial Actual de Caminos No Pavimentados Provincia Cercado, según Red

(Valores en Bs)

RED	Longitud total Km	Valor de Patrimonio x km Bs	Valor Patrimonio Cercado Bs
NO PAVIMENTADA	345,885	554,934,163	191.943.400
TOTAL	345,89	554,934,163	191.943.400

RED	Longitud total Km	Valor de Patrimonio x km Bs	Valor Patrimonio Cercado Bs
FUNDAMENTAL	36,775	1.580.865,42	58.136.326
DEPARTAMENTAL	15,039	911.919,802	13.714.361,9
MUNICIPAL	27,066	1.307.283,85	35.382.943,8
TOTAL	78,88	3.800.069,03	107.233.632

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia

4.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.6.1. Datos de entrada

- A través del inventario Vial realizado en campo se obtienen detalles de los activos viales existentes en el tramo como también el estado en el que se encuentra dicho activo para su conservación.

4.6.2. Valor actual de patrimonio vial

Este valor se obtuvo de la suma del valor individual de cada tramo de camino en el estado actual, incluyendo la desvalorización que implica un estado inferior al inicial.

Tabla N°19 Valor de Patrimonio actual Tramos pavimentados (solo pavimento)

CATEGORIA	Costo Nuevo total Red (Bs)	Costo de Conservación (Bs)	Patrimonio Vial Actual del Pavimento (Bs)
RED FUNDAMENTAL 1	11.786.551,27	2.322.003,88	9.464.547,39
RED FUNDAMENTAL 2	16.885.864,54	3.275.597,54	13.610.267,00
RED DEPARTAMENTAL 1	6.725.827,698	1.119.907,47	5.605.920,23
RED DEPARTAMENTAL 2	6.806.771,801	1.250.860,58	5.555.911,22
RED MUNICIPAL 1	7.225.128,774	672.598,27	65.52.530,50
RED MUNICIPAL 2	12.111.500,22	2.283.648,82	9.827.851,40

Fuente: Elaboración Propia

4.6.3. Valor de Patrimonio máximo

El valor de patrimonio máximo teórico corresponde al valor obtenido de la red, considerando como si todos los tramos estuvieran en buen estado o recién construidos. El valor máximo para cada tramo se muestra en la tabla:

Tabla N°20. Valor máximo teórico de Patrimonio (Pavimento)

CATEGORÍA	Longitud de Pavimento(Km)	Costo de Construcción Nueva de 1 Km	Costo Nuevo total Red (Bs)
RED FUNDAMENTAL 1	5,900	1.997.710,397	11.786.551,27
RED FUNDAMENTAL 2	8,760	1.927.657,86	16.885.864,54
RED DEPARTAMENTAL 1	6,920	971.969,92	6.725.827,698
RED DEPARTAMENTAL 2	7,452	913.401,23	6.806.771,801
RED MUNICIPAL 1	7,284	991.913,92	7.225.128,774
RED MUNICIPAL 2	7,030	1.722.728,32	12.111.500,22

Fuente: Elaboración Propia

4.6.4. Valor de patrimonio mínimo aceptable

Este valor se lo obtiene de la red, considerando que toda ella estuviera en un estado mínimo aceptable, desde el punto de vista económico. La condición mínima aceptable coincide generalmente con el estado denominado regular.

Tabla N°21. Valor mínimo permisible de Patrimonio (Pavimento)

CATEGORIA	Costo conservación total Red (Bs)	Valor de Patrimonio Vial Máximo(Bs)	Valor de Patrimonio mínimo permisible (Bs)
RED FUNDAMENTAL 1	5.963.321,887	11.786.551,27	5.823.229,39
RED FUNDAMENTAL 2	8.557.419,258	16.885.864,54	8.328.445,28
RED DEPARTAMENTAL 1	1.924.661,395	6.725.827,70	4.801.166,30
RED DEPARTAMENTAL 2	1.936.166,038	6.806.771,80	4.870.605,76
RED MUNICIPAL 1	2.073.639,963	7.225.128,77	5.151.488,81
RED MUNICIPAL 2	6.158.965,911	12.111.500,22	5.952.534,31

***Fuente:** Elaboración Propia*

4.6.5 Análisis del punto medio

Este análisis fue útil para verificar cuánto diverge el patrimonio vial actual con respecto al promedio entre el patrimonio máximo y el patrimonio mínimo permisible.

Pretender tener el valor actual cercano al máximo teórico significaría un enorme esfuerzo económico para mantener la red en ese estado, situación muy lejana a nuestra realidad. Diversos análisis indican que a largo plazo, los costos globales para la economía nacional se minimizan si la red vial se maneja de modo que su valor patrimonial actual esté en torno al punto medio.

Se puede apreciar la situación relativa del Valor Actual del Patrimonio Vial, en relación a los límites Máximo Teórico, Mínimo Permisible y Valor Punto Medio, para caminos pavimentados aplicando la ecuación:

$VACPTM = ((VAC - PTM) / PTM) * 100\%$ (Variación porcentual entre el Valor Actual v/s Valor Punto Medio)

Tabla N°22. Análisis del Valor del Patrimonio Vial v/s Punto Medio, según Red
RED VIAL PAVIMENTADA

RED	VALOR DEL PATRIMONIO VIAL				VACPTM
	VALOR ACTUAL (VAC)	MÁXIMO	MÍNIMO	PUNTO MEDIO (PTM)	

	Bs	Bs	Bs	Bs	(*)
FUNDAMENTAL 1	9.464.547,39	11.786.551,27	5823.229,39	8.804.890,33	7,491939559
FUNDAMENTAL 2	13.610.267,00	16.885.864,54	8.328.445,28	12.607.154,91	7,956688836
DEPARTAMENTAL 1	5.605.920,23	6.725.827,698	4.801.166,30	5.763.497,001	-2,734047946
DEPARTAMENTAL 2	5.555.911,22	6.806.771,801	4.870.605,76	5.838.688,782	-4,843168887
MUNICIPAL 1	6.552.530,50	7.225.128,774	5.151.488,81	6.188.308,793	5,885642159
MUNICIPAL 2	9.827.851,40	12.111.500,22	5.952.534,31	9.032.017,262	8,811255689
TOTAL Bs	50.617.027,75	61.541.644,31	34.927.469,86	48.234.557,08	4,939343926
TOTAL DOLARES AMERICANOS \$	7.272.561,458	8842190,274	5.018.314,634	6.930.252,454	
(*): VACPTM=((VAC-PTM)/PTM)*100% (Variación porcentual entre el Valor Actual v/s Valor Punto Medio)					

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos para caminos pavimentados en los tramos de estudio, muestran un incremento en la variación porcentual (VACPTM) general de 4.9 %. Esto se debe al porcentaje de caminos en estado bueno, así se observa que en los tramos de la red Fundamental y Municipal el valor de patrimonio se encuentra por encima del punto medio y en los tramos de red Departamental está -3.8 % por debajo del valor medio, lo que indica la disminución del porcentaje de camino en estado bueno en los tramos.

Tabla N° 23. Análisis del Valor del Patrimonio Vial v/s Punto Medio, según Red

RED VIAL NO PAVIMENTADA (AÑO 2016)

RED	VALOR DEL PATRIMONIO VIAL				VACPTM
	VALOR ACTUAL (VAC)	MÁXIMO	MÍNIMO	PUNTO MEDIO (PTM)	
	Bs	Bs	Bs	Bs	(*)
MUNICIPAL 3	2.977.739,91	3.030.702,03	2.977.739,91	3.004.220,97	-0,881461792
MUNICIPAL 4	2.448.652,71	2.493.682,898	2.448.652,71	2.471.167,80	-0,911111555
TOTAL Bs	5.426.392,62	5.524.384,93	5426392,62	5.475.388,77	-0,894843406
TOTAL DOLARES AMERICANOS \$	779.654,1117	793.733,4667	779.654,1117	786.693,7892	
(*): VACPTM=((VAC-PTM)/PTM)*100% (Variación porcentual entre el Valor Actual v/s Valor Punto Medio)					

Fuente: Elaboración Propia

- El valor del patrimonio vial de la provincia Cercado del Departamento de Tarija

RED	Longitud total Km	Valor de Patrimonio x km Bs	Valor Patrimonio Cercado Bs
NO PAVIMENTADA	345,885	554,934,163	191.943.400
TOTAL	345,89	554,934,163	191.943.400

no pavimentada, que incluye obras de arte mayor, menor y obras complementarias, es de Bs **191.943.400,000**

- El valor del patrimonio vial de la provincia Cercado del Departamento de Tarija pavimentada, que incluye obras de arte mayor, menor y obras complementarias, es de Bs **107.233.631,80** como se muestra en la tabla a continuación.

*Valor del Patrimonio Vial Actual Caminos Pavimentados
Provincia Cercado, según Red*

RED	Longitud total Km	Valor de Patrimonio x km Bs	Valor Patrimonio Cercado Bs
FUNDAMENTAL	36,775	1.580.865,42	58.136.326
DEPARTAMENTAL	15,039	911.919,802	13.714.361,9
MUNICIPAL	27,066	1.307.283,85	35.382.943,8
TOTAL	78,88	3.800.069,03	107.233.632

- El valor del patrimonio vial de la red vial de la provincia Cercado del Departamento de Tarija pavimentada y no pavimentada, determinado con los antecedentes disponibles, e incluyendo obras de arte mayor, menor y obras complementarias, es de Bs **299.177.032,20**

- El valor actual que presentan las redes viales pavimentadas está en un **4,9 %** por encima del valor recomendado por la metodología empleada; tal valor corresponde al punto medio, lo que significa que los caminos están en condición adecuada y no se están ocasionando costos adicionales a los usuarios por concepto de operación y tiempos de viaje de los vehículos.

RED	VALOR DEL PATRIMONIO VIAL				VACPTM
	VALOR ACTUAL (VAC)	MÁXIMO	MÍNIMO	PUNTO MEDIO (PTM)	
	Bs	Bs	Bs	Bs	(*)
FUNDAMENTAL 1	9.464.547,39	11.786.551,27	5823.229,39	8.804.890,33	7,491939559
FUNDAMENTAL 2	13.610.267,00	16.885.864,54	8.328.445,28	12.607.154,91	7,956688836
DEPARTAMENTAL 1	5.605.920,23	6.725.827,698	4.801.166,30	5.763.497,001	-2,734047946
DEPARTAMENTAL 2	5.555.911,22	6.806.771,801	4.870.605,76	5.838.688,782	-4,843168887
MUNICIPAL 1	6.552.530,50	7.225.128,774	5.151.488,81	6.188.308,793	5,885642159
MUNICIPAL 2	9.827.851,40	12.111.500,22	5.952.534,31	9.032.017.262	8,811255689
TOTAL Bs	50.617.027,75	61.541.644,31	34.927.469,86	48.234.557,08	4,939343926
TOTAL DÓLARES AMERICANOS \$	7.272.561,458	8842190,274	5.018.314.634	6.930.252,454	
(*): VACPTM=((VAC-PTM)/PTM)*100% (Variación porcentual entre el Valor Actual v/s Valor Punto Medio)					

- En la red departamental D2 el valor del patrimonio vial asciende a Bs **5.555.910,48**, situándose a **-4,84%** por debajo del punto medio, estimado en Bs **5.838.688,80** y esto significa que se están ocasionando costos adicionales a los usuarios por concepto de operación y tiempos de viaje de los vehículos y puede

implicar a futuro costos mayores para los usuarios de las vías y mayor inversión en obras de rehabilitación.

- En la red departamental D1 el valor del patrimonio vial asciende a Bs **5.555.911,25** situándose a -2,73% por debajo del punto medio estimado en Bs **5.763.497,00**.
- En los últimos años a nivel mundial, la importancia de ampliar sus redes viales con fines de desarrollo de los países ha sido fundamental. }
- El valor actual que presentan las redes viales no pavimentadas está un **-0,9 %** por debajo del valor recomendado por la metodología empleada, valor correspondiente al punto medio, lo que significa que los caminos no están en condición adecuada y se están ocasionando costos adicionales a los usuarios por concepto de operación y tiempos de viaje de los vehículos.

RED	VALOR DEL PATRIMONIO VIAL				VACPTM (*)
	VALOR ACTUAL (VAC) Bs	MÁXIMO Bs	MÍNIMO Bs	PUNTO MEDIO (PTM) Bs	
MUNICIPAL 3	2.977.739,91	3.030.702,03	2.977.739,91	3.004.220,97	-0,881461792
MUNICIPAL 4	2.448.652,71	2.493.682,898	2.448.652,71	2.471.167,803	-0,911111555
TOTAL Bs	5.426.392,62	5.524.384,93	5.426.392,62	5.475.388,77	-0,894843406
TOTAL DÓLARES AMERICANOS \$	779.654,1117	793.733,4667	779.654,1117	786.693,7892	
(*): VACPTM=((VAC-PTM)/PTM)*100% (Variación porcentual entre el Valor Actual v/s Valor Punto Medio)					

5.2. RECOMENDACIONES

- Uno de los motivos importantes para efectuar el cálculo del valor del patrimonio vial es determinar la magnitud de la inversión realizada, con el fin de movilizar fuerzas en defensa de dicho patrimonio, por esta razón surge claramente la importancia de incrementar el presupuesto de caminos, para mantener el buen estado de éstos, en defensa de la economía general del país y del bienestar de la población.

- El incremento del patrimonio debe enfocarse en aumentar las pavimentaciones y en mantener y mejorar el estado de las calzadas pavimentadas principalmente.
- Debido al alto valor que representa el patrimonio vial para nuestro país, se recomienda disponer de un sistema de gestión de caminos que se preocupe de optimizar la asignación de recursos, basado en criterios técnico-económicos, maximizando la rentabilidad global del sistema, compuesto por la red de caminos y por quienes hacen uso de ellos.
- Es recomendable realizar inventarios viales cada 2 años para poder establecer comparaciones del valor de patrimonio entre estos y analizar el incremento anual de la red vial pavimentada.
- Se recomienda contar con todos los antecedentes posibles de las vías para una mejor aplicación de la metodología y obtención del valor actual de patrimonio.

- La experiencia en otros países que potencialmente incrementaron sus redes viales significativamente como el caso de Brasil y México en los años 1980 a 1990, muestra que luego de 10 a 20 años tuvieron que realizar un plan específico para su red vial, pues debido a la falta de un adecuado mantenimiento estaban a punto de perder gran parte de la red. Pero consideraron que ese PATRIMONIO no se podía perder y debían hacer todos los esfuerzos necesarios para recuperar la red y ponerla en las condiciones más adecuadas
- En nuestro país los últimos 10 años ha existido un mejoramiento y ampliación de la red vial en más de 2000 Km, ese hecho es muy significativo porque permitió mayor desarrollo del país desde los centros poblados hasta los centros rurales. Sabiendo que la construcción de carreteras demanda una gran inversión económica, es así que, en nuestro país por cada kilómetro pavimentado se invierte cerca de un millón de dólares y en carreteras de ripio cerca de 200.000 dólares por kilómetro. Esto muestra que en los últimos años se han invertido muchos millones de dólares en nuestro país y sin duda que esta inversión en infraestructura de carreteras es un PATRIMONIO del país que se debe mantener y conservar.

- Lamentablemente las instancias de administración en nuestro país como la Administradora Boliviana de Carreteras, Servicios Departamentales de Caminos y Municipios, si bien cumplen con las tareas de administración como diseñar, construir y mantener, no han determinado específicamente cuánto de PATRIMONIO VIAL se tiene en cada municipio, departamento y el país en general.
- Para PLANIFICAR las acciones de conservación de un PATRIMONIO, es necesario en primera instancia cuantificar, por ello tiene importancia relevante la Inventariación de un PATRIMONIO VIAL bajo metodologías que ya se hayan empleado en otros países y tengan una comprobada validez y sus resultados tengan el grado de confiabilidad y certeza esperada.

Es así que, al conocer el PATRIMONIO VIAL, sea de un municipio, provincia, departamento o país en general seguramente las instancias como la Administradora Boliviana de Carreteras, Gobernaciones, Sub Gobernaciones y Municipios podrán establecer la planificación de acciones inherentes a cuidar este patrimonio.