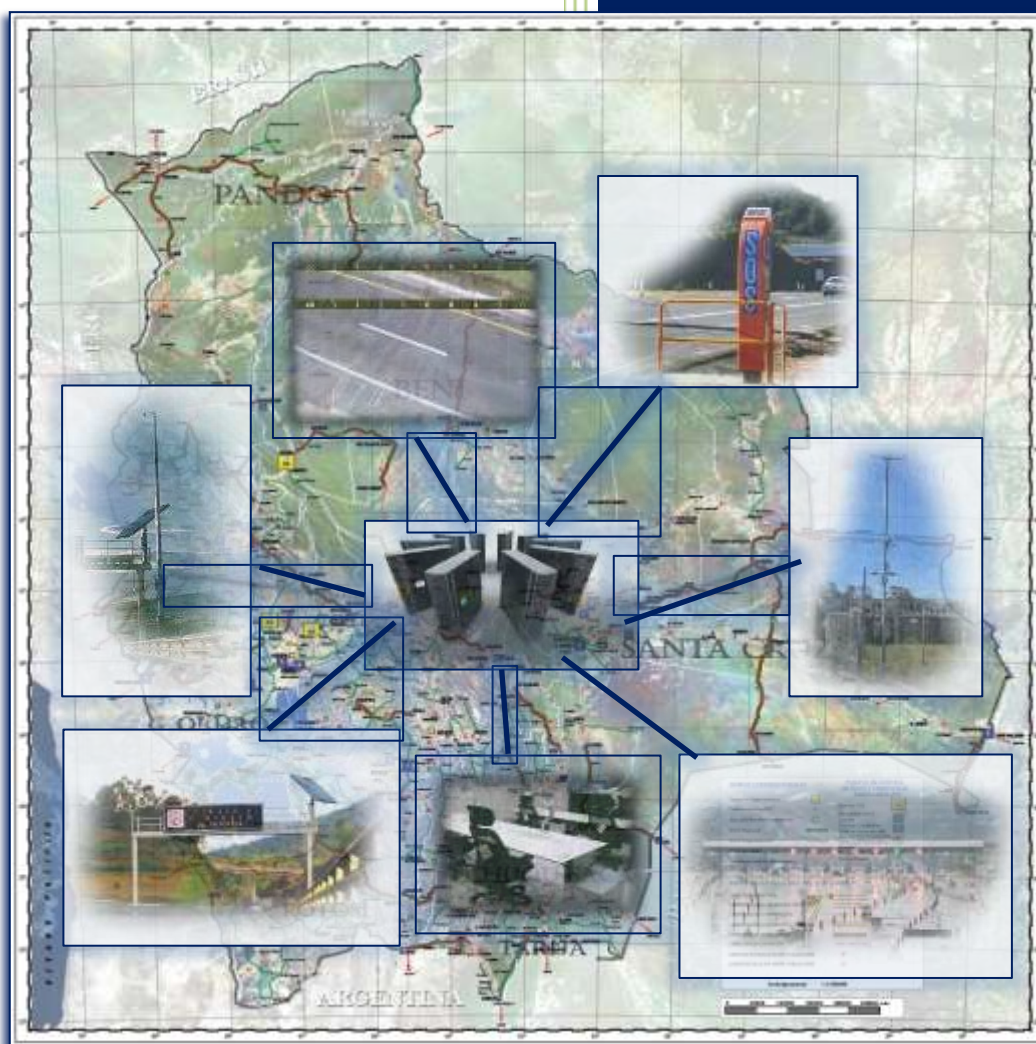


## PLAN INTEGRAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE EN LA RED VIAL FUNDAMENTAL – ITS RVF



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>EL SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE ITS-RVF .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>SISTEMA INTELIGENTE DE COBRO DE TASA DE PEAJE .....</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>SISTEMA DE RELEVAMIENTO ESTADÍSTICO DE TRÁNSITO DE LA RED VIAL FUNDAMENTAL (RVF).....</b>	<b>78</b>
<b>6</b>	<b>CENTRO DE CONTROL. INTEGRACION DE LOS DIFERENTES SISTEMAS INTELIGENTES DE CONTROL .....</b>	<b>82</b>
<b>7</b>	<b>PLANES DE DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN .....</b>	<b>95</b>
<b>8</b>	<b>FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN ITS-RVF .....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXO I ESTADO DEL ARTE EN SISTEMAS DE PESAJE .....</b>	<b>122</b>
	<b>ANEXO II ZONAS PRODUCTIVAS Y DE GENERACIÓN DE CARGA EN BOLIVIA .....</b>	<b>132</b>
	<b>ANEXO III REDUCCIÓN DEL GASTO POR MANTENIMIENTO DE CARRETERAS POR MEDIO DEL CONTROL EFECTIVO DEL SOBREPESO VEHICULAR .....</b>	<b>142</b>
	<b>ANEXO IV INCIDENCIA PROMEDIO EN LA RECAUDACIÓN POR DEPARTAMENTO .....</b>	<b>151</b>
	<b>ANEXO V FACTORES PARA VALORACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PEAJE Y CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES .....</b>	<b>158</b>

## **PLAN INTEGRAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE EN LA RED VIAL FUNDAMENTAL – ITS RVF**

### **1 ANTECEDENTES**

Una de las causas del prematuro deterioro de las carreteras, es la actual falencia en cantidad y efectividad de los controles a vehículos de transporte de carga y pasajeros. El acelerado deterioro de las carreteras, se refleja en altos niveles de inversión no programadas tanto en mantenimiento como rehabilitación de las carreteras de la RVF.

Esta importante inversión, debe ser complementada, con el desarrollo de un sistema que genere información de tráficos, pesos y dimensiones, para delinear las estrategias de control y fiscalización de pesos, dimensiones y cobro de peajes. En este sentido la RVF necesita el desarrollo de un Plan de Sistema de Transporte Inteligente. Este sistema tendrá como objetivo, desarrollar las tecnologías que permitan un relevamiento estadístico de los tránsitos en la RVF, implementar sistemas de control de la recaudación en las estaciones de peaje y desarrollar un Sistema de Control de Pesos y Dimensiones vehiculares que sea eficiente y eficaz en sus controles.

El Plan de Implementación del Sistema Inteligente de Transporte en la Red Vial Fundamental que se desarrolla en este documento, buscar establecer los lineamientos generales de desarrollo de los sistemas de transporte inteligente en la Red Vial Boliviana para los próximos años.

En esta etapa donde Bolivia se encuentra desarrollando un fuerte plan de inversiones en la infraestructura vial, el Plan de Implementación de Sistemas de Transporte Inteligente, busca ser la referencia a seguir en cuanto a las tecnologías a implementar para el control de peso, cobro de tasa de peaje y relevamiento estadístico de tráfico, de modo de asegurar la uniformidad de la tecnología y gestión de los datos. Estos sistemas como ya hemos mencionado, serán las herramientas para proteger la infraestructura de los sobrepesos y hacer cumplir la Ley 441 “Ley de control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental”, asegure la recaudación de la Tasa de Peaje y se cuente con información actualizada, para la planificación y futuros proyectos de desarrollo de la Infraestructura Vial Boliviana.

El Plan, presenta en detalle el desarrollo de los Sistemas con énfasis para el Corredor Bioceánico, por ser el corredor con el mayor flujo vehicular en la RVF, sin embargo el plan es lineamiento para su implementación así mismo en toda la RVF, cuyas carreteras se encuentran en actual uso, rehabilitación o construcción. Incluso en el capítulo 8, donde se

desarrollan las Fases de implementación y sus inversiones, debemos indicar, que de la Fase 3 en adelante, son presentados a nivel referencial y que la ABC en función de su plan de inversiones en la infraestructura vial, esas Fases podrán ser ajustadas en cantidad de puestos y montos.

En los próximos capítulos, se desarrollan los Sistemas ITS que se entiende necesario implementar en esta etapa en la Red Vial Fundamental.

## 2 EL SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE ITS-RVF

Un sistema inteligente de transporte permite la integración y procesamiento de todo tipo de información que pueda ser capturado desde la carretera; información proveniente de estaciones de peaje, pesaje y tráfico en tiempo real, incluso se pueden desarrollar sistemas de seguridad video vigilancia aplicados a puntos críticos de la carretera, donde se tengan altos volúmenes de tráfico o aplicarlos a seguimiento de obras de rehabilitación y construcción, información de sistema meteorológicos implementados en carretera, seguimiento al comportamiento de puentes, etc.

El Sistema Inteligente de Transporte en la Red Vial Fundamental (ITS – RVF) a ser implementado en su primer etapa, priorizará la integración de los siguientes módulos:

- **Sistema de Control de Pesos y Dimensiones.** Este sistema tiene como objetivo, mediante la reducción del sobrepeso de los vehículos de carga, evitar el deterioro prematuro de las carreteras. Mediante la implementación de sistemas semiautomáticos de control se buscará maximizar el número de vehículos controlados. Estos sistemas generan un importante volumen de información que gestionada de manera adecuada y con los correspondientes procesos de auditoría y control, permiten definir las políticas de control y fiscalización del parque de vehículos pesados, siendo esta una herramienta clave para cuidar el patrimonio vial y proteger el transporte profesional de carga.

Un elemento clave en el desarrollo de sistemas de control de pesos y dimensiones, son los procesos de control y auditoría metrológica. En este sentido, se ha previsto la implementación del laboratorio de verificación metrológica.

Como complemento de la fiscalización y verificación del cumplimiento de la ley 441 en los puestos de pesaje, se ha previsto el control en vías alternativas de la RVF, con equipos portátiles. Es por eso que se ha previsto en una primer etapa, la adquisición de balanzas portátiles.

- **Sistema de Control y Auditoría de Cobro en las Estaciones de Peaje.** El objetivo es desarrollar un sistema de cobro de peajes, totalmente auditado y controlado, y que permita doble modalidad de cobro (manual y automático). Se desarrollarán soluciones que permitan mejorar los mecanismos y fiabilidad en el cobro de la tasa de rodaje en la Red Vial Fundamental.  
Toda su información debe ser controlada y auditada por el Sistema de control y auditoría electrónica ITS de manera local y remota.
- **Sistema de Relevamiento Estadístico del Tráfico en la Red Vial Fundamental.** Mediante el desarrollo de un conjunto de detectores vehiculares en la red primaria y secundaria, el objetivo es contar con un adecuado volumen de información que permita estimar con un buen nivel de precisión para cada tramo de la red vial, el

volumen de tránsito y sus características. También poder conocer el comportamiento histórico del tránsito y poder prever tendencias. Generar un volumen de información estadística que permita realizar estudios particulares para proyectos de seguridad vial, diseño de pavimentos, localización de puestos de pesaje y cobro de tasa de peaje.

- **Desarrollo de un Centro de Control y Monitoreo de los Sistemas.** Será el Centro de Control donde mediante la implementación del hardware (Centro de Datos Nacional ABC, Centro de contingencia, Centros de monitoreo) y software (software del sistema de control y auditoría electrónica ITS) se tendrá el control y dirección de los distintos sistemas de medición, despliegue de información y censo de tráfico vehicular que sean implementados en la RVF.

Todos los sistemas de ITS que se desarrollen en la RVF, deberán transferir sus datos al Centro de Control y Auditoría Electrónica ITS, donde serán procesados los datos y generados los correspondientes reportes para el análisis de las diferentes reparticiones de la ABC.

Los formatos de los datos transferidos entre Sistemas ITS – Centro de control – Centro de datos de respaldo, puestos de operación y demás puntos requeridos o asignados por la ABC, deben facilitar el aseguramiento de altos niveles de seguridad informática, detección y corrección de errores, detección datos incompletos y ser resistente contra la manipulación de datos entre su origen y destino (encriptación), asegurando así un nivel de fiabilidad superior de la información recibida en y analizado por la ABC. A su vez los formatos deben permitir ajustarse a redes de telecomunicaciones de diferentes velocidades y latencias que puedan existir en condiciones óptimas y condiciones de no óptimas (incidentes, fallas, mantenimiento,...) o en las diferentes etapas de implementación. Todas las comunicaciones deben ser basadas en TCP/IP. La política de seguridad entre extremos de las redes de comunicación debe ser homogénea.

Debe existir una capa de control de hardware independiente de la capa de comunicaciones (SNMP) que permita el monitoreo permanente de las condiciones de todos los dispositivos instalados a nivel central y periférico.

Las bases de datos deben asegurar:

- la no generación de dependencias que puedan limitar el crecimiento en tamaño y complejidad del sistema y
- la total libertad de generación de códigos por parte de la ABC en esos procesos de crecimiento horizontal y vertical.

El Sistema de Control y Auditoría Electrónica ITS (SCAE-ITS) estará instalado en el Centro de Datos ABC Nacional y como cliente en las distintas estaciones de cobro de



tasa de peaje y de control de pesos y dimensiones vehiculares para control de las



Figura 2-1 Integración de los Sistemas s su Gestión y Control Por el Sistema de Control y auditoria ITS

### **3 SISTEMA DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES**

Actualmente en los más de 16.000 km de la RVF, hay solamente 18 puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares. Así mismo a la fecha solo 4 de los 18 puestos de control en todo el Corredor Bioceánico están en operación. Esta situación genera una carencia importante de control en el cumplimiento de la ley 441 de control de pesos y dimensiones, lo que ha permitido un aumento significativo de la sobrecarga de los vehículos pesados, situación que se refleja en:

- un daño acelerado de la red vial,
- un aumento de los costos de operación vial de los transportistas, por concepto de mayores gastos de mantenimiento de sus vehículos.
- un aumento de la informalidad y competencia desleal contra los transportistas que cumplen la Ley N° 441 “Ley de control de pesos y dimensiones vehiculares de la Red Vial Fundamental”.

Esta situación de no actuar de forma inmediata y contundente, hace que cada vez más transportistas incurran en la circulación con sobrepeso. En el punto 3.3.1 de este documento, se profundiza en los problemas del sobrepeso en la red vial.

#### **3.1 Situación Actual del Sistema de Control de Pesos en la Red Vial Fundamental.**

En la actualidad, la Administradora Boliviana de Carreteras cuenta con pocos puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares. Estos puestos son utilizados en comodato por Vías Bolivia, entidad encargada de realizar el control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental.

Un diagnóstico de los puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares existentes en la Red Vial Fundamental indica la presencia de solamente 18 puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares, entre estaciones de pesaje y puestos fijos de control de pesos y dimensiones vehiculares. Su localización, tipo de instalación y estado de conservación, se resumen en el cuadro de la página siguiente.



ITEM	DEPARTAMENTO	NOMBRE	TIPO DE ESTACIÓN	ESTADO
1	La Paz	Laja	Puesto de control Simple	Sin operación por falta de equipamiento
2	Oruro	Caihuasi	Estación de pesaje Simple	Sin operación por falta de equipamiento
3	Cochabamba	Suticollo	Puesto de control Doble	Regular, balanzas dañadas
4		Chiñata	Puesto de control Simple	Regular, balanzas dañadas
5		Padresama	Puesto de control Simple	Sin operación por falta de equipamiento
6		Ivirgarzama	Puesto7 de control Simple	Sin operación, en mantenimiento
7	Santa Cruz	Puesto Méndez	Estación de pesaje Simple	Sin operación, en mantenimiento
8		La Enconada	Estación de pesaje Simple	En operación, Bueno
9		Abapó	Puesto de control Simple	Sin operación por falta de equipamiento
10		Mataral	Estación de pesaje Doble	En operación, Bueno
11		San José	Estación de pesaje Doble	En operación, Bueno
12	Potosí	San Antonio	Puesto de control Simple	Regular, balanzas dañadas
13		Karachipampa	Puesto de control Simple	Sin operación por falta de equipamiento
14		Jayac Mayu	Estación de pesaje Simple	En operación, Bueno
15		Uyuni	Estación de pesaje Simple	En operación, Bueno
16		Tupiza	Estación de pesaje simple	En operación, Bueno
17		Villazón	Estación de pesaje simple	En operación, Bueno
18	Chuquisaca	La Zapatera	Puesto de control Simple	Sin operación por falta de equipamiento

**Tabla 3-1 Puestos de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares en la Red Vial Fundamental**

La tabla indica que no solamente se tienen insuficientes puestos de control a nivel de toda la Red Vial Fundamental; si no que además el 44% no se encuentran en operación por daños en los equipos ya obsoletos o en otros casos por estar en constante mantenimiento y necesidades de mejorar infraestructura de plataforma para una adecuada operación.

Las condiciones de equipamiento en los puestos de control indicados presentan una falencia genérica que es la protección de la información puesto que en la mayoría de los casos la información de control no está protegida con ningún mecanismo de protección lógico ni físico. Es por esta razón que en todos los casos debe ser actualizado un sistema integrado de información para el seguimiento al control de pesos y dimensiones vehiculares, cobro de multas y control de permisos especiales de circulación.

El caso de las balanzas de pesaje dinámico, principalmente por su antigüedad y malas condiciones de plataforma se presentan en estado regular a malo con una constante

caída de los equipos, los cuales son reparados por el taller de mantenimiento de Vías Bolivia.

Los puestos de control que disponen de balanzas estáticas presentan condiciones de regulares a buenas debido principalmente a que no datan de más de 4 años en su mayoría. El equipamiento auxiliar para mejorar el control de pesos y dimensiones vehiculares, como lo son los sensores laser piezoeléctricos u otros, señalización, etc., no están disponibles en todos los puestos de control, produciendo que el proceso de control sea manual, con la interacción directa entre el pesador y el transportista, lo cual genera en muchos casos susceptibilidad de errores en las mediciones, tratamiento de datos y corrupción.

En los puestos considerados con mala o regular condición no se asegura un adecuado control debido principalmente a los siguientes aspectos:

- Casetas inadecuadas, producen vulnerabilidad de la información almacenada en los equipos, e inseguridad del operador de las balanzas.
- Plataformas, accesos y salidas al puesto de control en mal estado o inadecuados diseños, producen inseguridad al transportista y pesador con alto riesgo de accidentes.
- Plataformas en malas condiciones producen que los sistemas de pesaje realicen malas mediciones y tengan un tiempo de vida muy corto.
- Equipamientos insuficientes, en mal estado y obsoletos; la carencia de equipamiento produce que existan variaciones en las mediciones de pesaje y dimensiones desde un puesto de control a otro.
- Señalización insuficiente lo cual en varios casos tuvo consecuencias mortales principalmente para el personal de control.

Ante la ausencia de mecanismos eficaces para la adquisición adecuada de información del tráfico vehicular, efectivos controles de pesos y dimensiones vehiculares, mecanismos adecuados para el cobro de la tasa de PEAJE en la Red Vial Fundamental y sistematización de la información, surge la necesidad de implementar un Sistema Inteligente de Transporte – ITS; el cual en su primera etapa mejorará el monitoreo y seguimiento de las actividades de control de pesos y dimensiones vehiculares (como actividad priorizada), el mejoramiento de los sistemas de cobro de tasa de PEAJE, la implementación de sistemas de monitoreo de tráfico vial y la implementación de una plataforma que permita la conectividad y la transmisión de datos desde las estaciones hasta los centros de control y monitoreo determinados.

### 3.2 El Ciclo de Vida de las Carreteras y los Mecanismos de Monitoreo y Control de Pesos Vehiculares Para Prevenir Deterioros Prematuros.

De manera general la vida de una autopista presenta las siguientes fases recursivas:

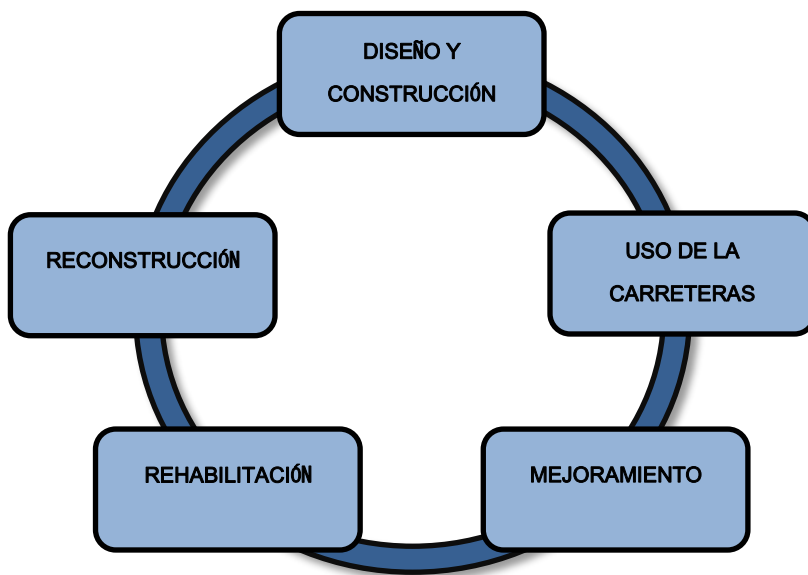


Figura 3-2 Ciclo de Vida de las Carreteras

- **Diseño y construcción**, el cual considera el historial estadístico basado en monitoreo del tráfico (peso, conteo de ejes, conteo de vehículos y su clasificación) así como de requerimientos y estándares de diseño (determinación de tiempo de vida de la vía, intervalos de mantenimiento, otras características técnicas).
- **Operación o uso de la carretera**, la cual contempla definido un tiempo de vida del diseño, intervalos de mantenimiento correctivo y programas de mantenimiento preventivo definidos preliminarmente.  
Es en esta etapa que debe realizarse un monitoreo y control del tráfico vehicular la cual nos permita generar estadística de uso y experiencia de construcción para futuros proyectos; pronósticos para reajustar los mantenimientos preventivos programados, detección de uso de vehículos sobrecargados, estas actividades por medio de la implementación de un sistema de control de pesos y dimensiones vehiculares, el cual realice el control y el monitoreo de la circulación de tráfico pesado en la RVF.
- **Mejoramiento**, estas actividades deben asegurar el obtener carreteras en buenas condiciones, seguras y confiables para el operador. El mantenimiento y reparación de carreteras necesita información clara y oportuna tal que permita la toma de decisiones claras en base a hechos y estadísticas confiables las cuales a la vez aseguren futuras inversiones.

- **Rehabilitación**, para lo cual de la misma manera es necesario contar con información de hechos y estadísticas confiables, oportunas y vigentes del comportamiento vehicular en la vía, entre otros.
- **Reconstrucción**, donde en función a los antecedentes de comportamiento de la vía, hechos y estadísticas de tráfico, tiempo de vida, mantenimientos realizados y otros datos se debe ajustar el diseño de la nueva carretera, para iniciar un nuevo ciclo de vida.

Una actividad que debe ser realizada de manera transversal a estas etapas de vida de las carreteras es el monitoreo y control de pesos vehiculares, el cual puede realizarse por medio del monitoreo de tráfico, gerenciamiento del pavimento y control de pesos vehiculares.

Actualmente en la RVF, no se conoce:

- El tráfico real en nuestras carreteras,
- Cuantos vehículos están sobrecargados,
- Cuál es la tendencia de tráfico sobrecargado a futuro,
- Cuál es el tiempo de vida real actual de nuestras carreteras.

En ese sentido no se tiene control de la calidad actual de las carreteras, actuándose en muchos casos de manera reactiva y con insuficiente información.

### **3.3 Problemática del Deterioro de las Carreteras de la Red Vial Fundamental**

El transporte terrestre por carretera es la principal vía de comunicación en nuestro país, permitiendo el traslado no solo de pasajeros a nivel nacional; sino de insumos, cargas de todo tipo y maquinarias que permiten el movimiento económico de la nación. La preservación de las carreteras y su mantenimiento son críticos para el desarrollo.

Son variados los factores que repercuten en el deterioro de las carreteras y el ineficaz control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental, entre las cuales podemos citar:

- El sobrepeso vehicular
- Escasa infraestructura y equipamiento de la autoridad competente para el control de pesos y dimensiones vehiculares
- Factores sociales:
  - Falta de conocimiento de la normativa vigente
  - Cultura de evasión del sector transporte

#### **3.3.1 El Sobrepeso Vehicular**

La carga aplicada a los pavimentos por efecto del transporte, desde un punto de vista mecánico, está directamente relacionada con el peso y las dimensiones de los vehículos

que transitan sobre éstos. Esta carga se traduce como una distribución de esfuerzos que, conjugados con las condiciones estructurales de las diversas capas de la carretera, provocan un estado de desgaste o deterioro del pavimento, con la consecuente disminución de la capacidad de carga de la estructura y de la reducción de los niveles de seguridad y comodidad en el manejo.

Mayores niveles de carga conducen a una mayor probabilidad de daños en carreteras y puentes. Además de lo anterior, el incremento en carga lleva consigo un efecto considerable en el comportamiento dinámico del vehículo, que conjugado con las condiciones superficiales de la carretera, repercuten sobre su estabilidad, en otras palabras su incidencia también se refleja en niveles de seguridad de las carreteras.



Figura 3-1 Equivalencia de Daño de un Camión vs. Un vehículo

(El daño producido a un pavimento por un camión semirremolque de 36 t equivale a 9.523 automóviles)

El sobrepeso en los camiones de carga genera serios impactos que se manifiestan por el deterioro acelerado del pavimento y el daño estructural a los puentes.



Figura 3-2 Deterioro acelerado por sobrepeso vehicular en la Red Vial Fundamental

El control de pesos y dimensiones de los vehículos de carga es un tema de importancia “crítica” debido a que el incumplimiento recurrente de las normas por parte de los transportistas incide en un acelerado deterioro de las carreteras y de las obras de arte que también se ven afectadas por el gran tonelaje de los vehículos en circulación, sometiéndolas a sollicitaciones cercanas al umbral de fatiga, todo ello da como resultado que el costo de mantenimiento de las vías sea creciente y no pueda ser absorbido íntegramente por el presupuesto de mantenimiento.

Es evidente que el sobrepeso en los ejes produce un daño extremo, con características exponenciales, lo cual se puede apreciar en la siguiente gráfica. En la cual se considera como parámetro de diseño ASSHTO para diseño de pavimentos un eje simple doble rodada con 8,2 t de carga o su equivalente 80 kN. Se puede evidenciar en la gráfica que un incremento de 2 t en el eje implica duplicar el daño ocasionado y así de manera exponencial

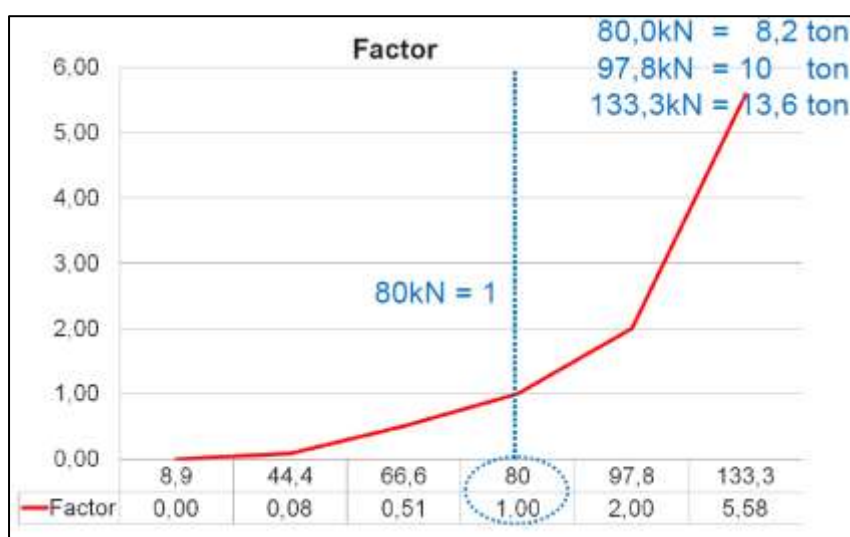


Figura 3-3 Relación entre carga del eje y el daño en la vía "Factor Daño"

También un adecuado control del sobrepeso en la Red Vial, tiene un impacto en la reducción del gasto de mantenimiento vial. En el Anexo III se presenta un análisis detallado de los ahorros que se generan por un adecuado control de los pesos.

### 3.3.2 La escasa Infraestructura y Equipamiento de la Autoridad Competente para el Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares en la RVF.

Como ya se ha indicado en el punto 3.1 “Situación Actual del Sistema de Control de Pesos en la Red Vial Fundamental”, la Administradora Boliviana de Carreteras cuenta pocos puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares, de los que menos de la mitad se encuentran operativos.

### **3.3.3 Factores Sociales**

El daño de carreteras producto de factores sociales tiene su base en las siguientes situaciones:

- La falta de conocimiento de la normativa vigente, razón por la cual un gran porcentaje de infractores son transportistas que no tienen incluso conocimientos básicos para poder interpretar la Ley N° 441 "Ley de control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental", o no tuvieron la disponibilidad de tenerla para su análisis y posterior cumplimiento.
- La normativa vigente de control de pesos y dimensiones vehiculares tiene como una de sus premisas la difusión de la misma para asegurar un efectivo conocimiento y cumplimiento por parte del sector transporte.
- La Cultura de la evasión del sector transporte, la idiosincrasia del transportista tiende a la evasión de controles, en cuanto menos controles y pagos tenga que realizar, para conseguir mínimos réditos. Esta situación produce que no solo los vehículos evadan o fuguen de los puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares sino también de las estaciones de peaje lo cual produce que para un eficaz cumplimiento del control de pesos y dimensiones se tenga que recurrir a no solo más estaciones de control; sino también a acciones coercitivas más duras que aseguren el cumplimiento de la Ley N° 441.

### **3.4 Determinación del Tipo de Estación de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares en Cumplimiento de la Ley N° 441.**

#### **3.4.1 Automatización Del Proceso De Control De Pesos Y Dimensiones En Los Puestos De Control.**

Conforme los antecedentes del estado actual de los puestos de control, a la fecha realizan una operación manual.

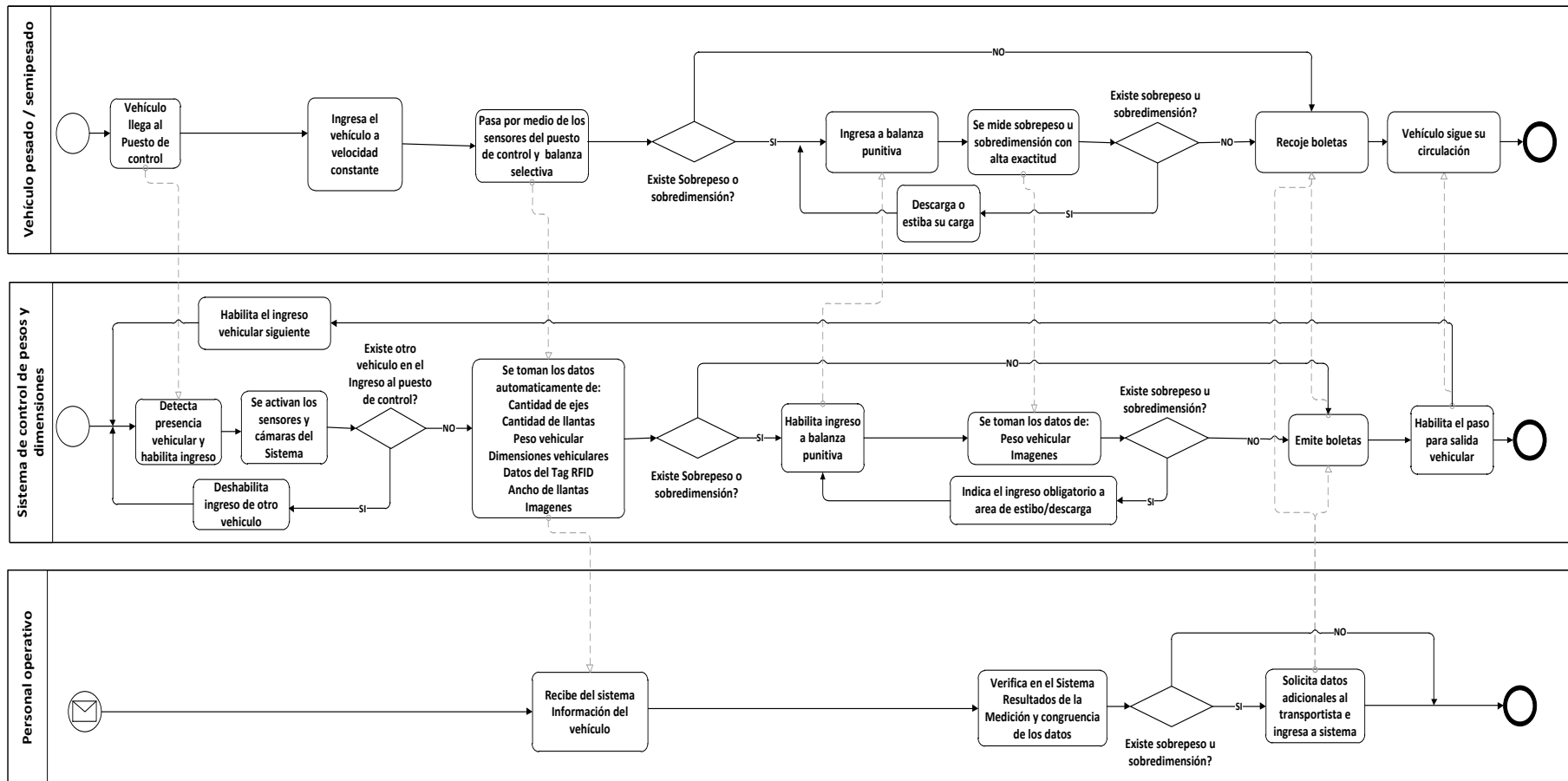
Para preservar la red vial, se hace necesario contar con un sistema que cumpla con su cometido de controlar el cumplimiento de la Ley N 441. Es parte de este documento, presentar una propuesta de actualización y mejora de los sistemas de control de pesos y dimensiones por medio de un sistema automatizado que asegure:

- **Reducir los tiempos de control a los que son sometidos los vehículos pesados**
- **Reducir el contacto directo operador-transportista, reduciendo así las probabilidades de corrupción**
- **Reducir la probabilidad de errores humanos en el llenado de las boletas y apreciaciones técnicas**
- **Mejorar la exactitud de las mediciones**
- **Aumentar la cantidad de registros y generación automática de datos en la zona de control de los puestos de pesaje.**



El flujo de operación semiautomática propuesta para los puestos de control de pesos y dimensiones es el siguiente:

## FLUJOGRAMA Nº 1 – PROPUESTA DE OPERACIÓN SEMIAUTOMÁTICA DE LA ESTACIÓN DE PESAJE



### 3.4.2 Determinación De Los Dispositivos De La Estación De Control De Pesos Y Dimensiones Vehiculares

Estas estaciones tienen como objetivo utilizar la infraestructura de pesaje para el control de pesos y dimensiones por medio de la habilitación de un sistema semiautomático en el carril definido para la circulación de vehículos pesados.

Para ambas estaciones se debe considerar especificaciones técnicas especiales de infraestructura y equipamiento, tal que aseguren el funcionamiento efectivo de los mismos, los cuales se encuentran plasmados dentro de las especificaciones técnicas, de las cuales se puede mencionar: La necesidad de Pavimento rígido en la construcción de los carriles para instalación de balanzas SSWIM, conforme a normativa ASTM 1318-9 (pendiente transversal y longitudinal menor a 1 % en longitudes 60 m antes y 30 m después de la balanza, otros).

La propuesta de operación semiautomática de todo el sistema de control de pesos y dimensiones vehiculares tiene como objetivo central el minimizar los errores posibles de ser cometidos por el pesador reduciendo al máximo su interacción con el sistema a solo supervisar la integridad de los datos y solicitar datos adicionales al transportista en caso de cometerse una infracción a la Ley N° 441.

Solamente ante casos eventuales (vehículos con carga especial, maniobras accidentales vehiculares, falla de sistema periféricos del sistema), los cuales deben ser definidos en el sistema para su apertura, el pesador tomara el control de la operación más nunca lo hará de la información generada por el sistema.

Para poder asegurar la semiautomatización del proceso de control de pesos y dimensiones vehiculares la estación de pesaje debe contar con un conjunto de sensores que detecten la presencia de los vehículos de carga a lo largo de su recorrido por la carretera y dentro de la zona del puesto de pesaje. En la siguiente figura se puede apreciar la geometría tipo de un puesto de pesaje.

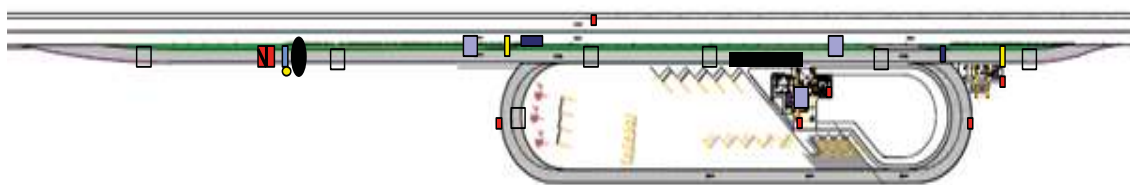


Figura 3-4 Estación de Pesaje Tipo

Para plasmar todo este procesamiento automático a un modelo físico se debe implementar los distintos dispositivos transductores y sensores en referencia a la gráfica de una estación de control de pesos y dimensiones vehiculares prototipo:

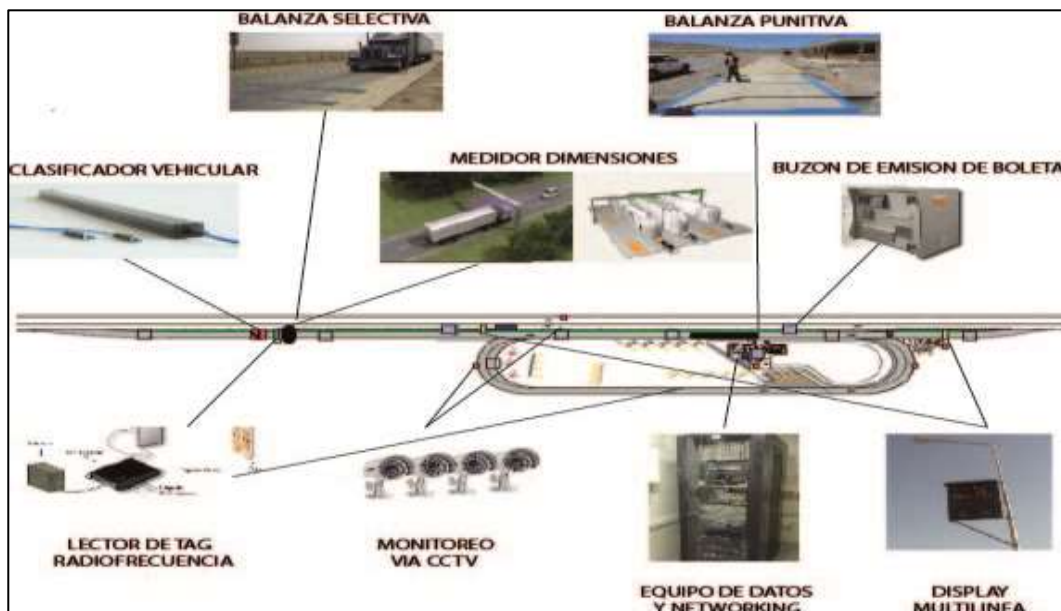


Figura 3-5 Electrónica para la semiautomatización de la estación de pesaje



Figura 3-6 Operación de cada etapa de semiautomatización de estación de pesaje

- **Loops inductivos**, dispositivos activos que por inducción magnética detectan la presencia vehicular y permiten el accionar de cualquier sensor o sistemas de pesaje, permiten la automatización de las operaciones.

- **Clasificador vehicular**, conformado por un sistema intrusivo en pavimento. En la actualidad, se aplican diferentes tecnologías, sensores de tipo piezoeléctrico o de fibra óptica, son los de mayor aplicación. Estos sensores, permiten determinar:
  - Cantidad de ejes
  - Cantidad de llantas
  - Ancho de llantas
  - Configuración vehicular
- **Cortina óptica**, sistema de sensores ópticos que permiten determinar la separación real existente entre vehículos o si algún vehículo presenta un remolque.
- **Lector de Tag de radiofrecuencia**, sistema que permite capturar la información ingresada dentro de los tags instalados en cada vehículo, permite por medio de un radioenlace de corta distancia llevar dicha información a la caseta de control para su procesamiento de datos.
- **Sistema de medición tridimensional**, sistema conformado por haz LASER que permite la determinación en movimiento del largo, ancho y alto vehicular con una exactitud de  $\pm 5$  cm.
- **Displays multilínea**, sistemas de despliegue con tecnología LED que permite visualizar los pesos por cada eje o grupo de ejes vehiculares así como el máximo permitido y señalización aspa flecha para instruir el ingreso o parada de la circulación vehicular dentro de la estación. Así mismo permite el despliegue de cualquier tipo de información.
- **Sistema de alta voz**, tal que permita la emisión de instrucciones verbales por parte del pesador al transportista sin necesidad de interacción física.
- **Buzón de emisión de boleta**, equipo que permitirá la entrega de la boleta de control y boleta de multa cuando corresponda eliminando la interacción física entre el pesador y el transportista.

Este buzón está conformado por un gabinete metálico de alta resistencia y aislamiento ante las inclemencias del clima, impresora térmica incorporada.
- **Circuito cerrado de televisión**, el cual permite, por medio de cámaras de alta resolución instaladas en toda la estación, monitorear toda la operación de control y el comportamiento de los transportistas y pesadores.

Así mismo permite la impresión de cada eje o grupo de ejes medido en la balanza.
- **Equipo de datos y networking**, dispositivos instalados en un rack de comunicaciones dentro de la caseta de control el cual permite el tratamiento de toda la información, su almacenamiento y la conexión con la red de datos para el envío de la información de manera remota.

Los dispositivos considerados son:

- Computador servidor, para el almacenamiento y tratamiento de la información en un entorno cliente servidor e interacción de la información a un webservice.
  - Switch PoE, que permite la conexión de todos los dispositivos por medio de Ethernet o fibra óptica.
  - Firewall, que permitirá la implementación de una red privada virtual-VPN entre todos los puestos de control y la oficina central y regionales así como la configuración de niveles de seguridad lógicos para los datos a ser transmitidos y procesados en cada estación.
  - Otros: Monitores de control, rack de almacenamiento de dispositivos; regletas de energía, para la alimentación dentro del rack; bandejas de cable UTP y fibra óptica utilizados para la conexión de dispositivos; Unidad ininterrumpida de energía-UPS para el respaldo de energía ante oscilaciones de la tensión de alimentación y caída brusca del servicio de energía.
- **Balanza selectiva**, permite determinar en movimiento (de 40 km/h a 10 km/h) de manera preliminar si un vehículo presenta sobrepeso con un margen de error de 5% hasta 10%.
  - **Balanza punitiva**, sistema de pesaje de alta exactitud la cual asegura la presencia de errores muy bajos respecto a las tolerancias del sistema de pesaje indicado en la normativa vigente, permitiendo asegurar técnicamente la emisión de multas.

Se utilizarán como balanzas punitivas, en función a criterios de disponibilidad de respuesta de la estación, balanzas estáticas (uniplataforma, multiplataforma) así como balanzas dinámicas de alta exactitud y baja velocidad denominadas SSWIM (Slow Speed Weigh In Motion). Esta balanza permite mejorar el rendimiento de la estación de pesaje discriminando del control a los vehículos sin sobrepeso y por ende no ingresando a la balanza punitiva.

Por ser las balanzas el corazón de todo el sistema en lo que se refiere a toma de mediciones, el tratamiento para la selección de la balanza más adecuada es realizado conforme a criterios técnicos y metrológicos tal que asegure el cumplimiento de la normativa nacional vigente.

En el Anexo I “Estado del Arte en Sistemas de Pesaje”, se profundiza en las normas internacionales que determinan el tipo de instrumento recomendado para los controles de fiscalización y controles estadísticos.

### 3.4.3 Determinación De Balanzas Selectivas Y Balanzas Punitivas

#### 3.4.3.1 Criterios De Selección

Conforme a la Ley N° 441 se considera que tanto en balanzas selectivas como punitivas pueden ser sistemas de pesaje estático o dinámico (Art. 27); sin embargo debe considerarse los siguientes criterios:

##### a) Criterio De Velocidad De Medición Requerida Vs Exactitud

El requerimiento de altas velocidades de medición son justificadas en el uso de balanzas con carácter selectivo sea en carretera o en áreas de preselección de estaciones de pesaje, donde es crucial el despacho inmediato de vehículos controlados más que una alta exactitud de medición debido a que su objetivo principal es la discriminación de vehículos con y sin sobrepeso.

Para el caso de ser utilizado como balanza punitiva (para emisión de multas) éstas se realizan a velocidades bajas (3 km/h a 10 km/h) o de manera estática para asegurar su exactitud.

##### b) Criterio Metrológico De Aseguramiento De La Calidad De Las Mediciones

Criterio de la exactitud en las mediciones y aplicación, una alta exactitud en las mediciones de balanza son importantes para asegurar el control eficaz de sobrepeso y la adecuada emisión de multas, donde no exista susceptibilidad del transportistas de una mala medición y una multa inadecuada; situación que posteriormente puede conllevar una apelación por parte del transportista hacia la Institución.

El criterio metrológico que permite asegurar que se está utilizando el equipo adecuado indica que las balanzas deben tener un error de medición en valor absoluto más su correspondiente incertidumbre de medición menor o igual a la tolerancia del proceso de control (Guía del Sistema Interamericano de Metrología, para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático), en nuestro caso a la tolerancia de medición de pesaje correspondiente a la indicada en la Ley N° 441, es decir:

$$|E_{(SM)}| + U_{(SM)} \leq Tol_{(SM)}$$

Dónde:

$E_{(SM)}$  = Error del sistema de pesaje en el momento de la medición

$U_{(SM)}$  = Incertidumbre de medición del sistema de pesaje en el momento de la medición

$Tol_{(SM)}$  = Tolerancia del sistema de pesaje conforme a Ley N° 441, donde indica 3% para el peso bruto total y 5% para el peso por eje o grupo de ejes.



### 3.4.3.2 Selección De Tipo De Balanza

#### a) Selección De Balanzas Selectivas

- **Para balanzas selectivas en carretera y sistemas de monitoreo de tráfico:**

Debido a las altas velocidades imprimidas en plena carretera, la única tecnología que puede cubrir dicho requerimiento son balanzas dinámicas de alta velocidad, preferentemente con tecnología de celdas de carga digitales o sistemas piezoeléctricos de cuarzo; los cuales corresponden a balanzas Tipo I y Tipo II según ASTM 1318-09 también conocidas como sistemas HSWIM (High Speed Weigh In Motion) o la recomendaciones europea Cost 323 clase B y C.

Considerando las velocidades de operación y cumpliendo las condiciones de pavimentos que se establecen en las ASTM 1318-09 y Cost 323, se encuentran las siguientes exactitudes de medición:

	IMPLEMENTACIÓN EN CARRETERA	IMPLEMENTACIÓN EN PUESTO DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES	
Tipo de aplicación	Balanza en carretera selectiva	Balanza selectiva	Balanza punitiva
Velocidad de medición	Alta (40-120) km/h	Media (20 km/h)	Baja (<6 km/h)
Exactitud de medición	Baja (10%)	Media (5%)	Alta (criterio metrológico <2%)

Tabla 3-2 Tipos de aplicación de balanza dinámica

- **Para balanzas selectivas en puestos de control:**

Una balanza selectiva, utilizada para discriminar tráfico antes del ingreso del vehículo a la estación de pesaje, debe asegurar:

- El flujo ininterrumpido de vehículos
- Velocidades medias de paso (hasta 20 km/h en carril de selección)
- Exactitudes medias de 15% a 10% preferentemente, en las velocidades estipuladas.

Los sistemas de pesaje dinámicos son los únicos que pueden cumplir con dichos requerimientos ya que incrementan la capacidad de operación de las estaciones de control de pesos y dimensiones vehiculares significativamente, pesando a los vehículos en movimiento y reduciendo el congestionamiento de la estación de control de pesos y dimensiones realizando mediciones con exactitudes de hasta 5% de error con el 95 % de nivel de confianza, es decir que de 100 vehículos medidos 95 de las mediciones presentan un error menor o igual al 5% .

En ese sentido la única tecnología que puede cubrir dicho requerimiento son balanzas dinámicas, las cuales deben ser con tecnología de celdas de carga digitales o piezo eléctricos de cuarzo o tipo bending plate el cual corresponde a balanzas Tipo I y Tipo III según ASTM 1318-09.

## b) Selección De Balanzas Punitivas

La utilización de una balanza para ser punitiva y que permita la emisión de multas, debe asegurar que sus resultados de medición no pongan en duda el criterio técnico operativo de sobrepeso emitido en los puestos de control.

El cumplimiento del criterio metrológico es prioritario para una balanza punitiva, es decir:

$$|E_{(SM)}| + U_{(SM)} \leq Tol_{(SM)}$$

De esta manera toda medición realizada en cumplimiento de dicho criterio está metrológicamente y técnicamente respaldada, ante cualquier tipo de susceptibilidad del sector transporte, técnica o legal.

Para ejemplificar el criterio metrológico de elección de la balanza punitiva adecuada se considerará el pesaje de un vehículo con configuración vehicular y peso patrón definido como 1RS-2RD o tipo 5 de 25 t de peso conforme a Ley N° 441.

El análisis de sus resultados de medición se realizará considerando el pesaje en toda la gama de tipos de balanzas indicadas anteriormente con clases de exactitud diferentes considerando sus máximos errores declarados por los fabricantes.

Se tomaran las siguientes consideraciones iniciales:

Valores iniciales del vehículo de prueba:

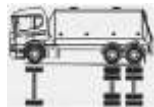
VEHÍCULO DE PRUEBA	
<p><b>Configuración vehicular:</b> Tipo 5</p> <p><b>Peso bruto total vehicular caracterizado:</b> 25,000 kg</p>	

Tabla 3-3 Tipo de aplicación de balanza dinámica

Tolerancia al sistema de medición según Ley N° 441: 3% para peso bruto total y 5% al peso por eje o grupo de ejes.

### Cálculos:

Error por cada tipo de balanza: Se considerará los errores máximos de las balanzas conforme a norma internacional, declarados por el fabricante, para el ejemplo propuesto:

TIPO DE BALANZA	ERROR MÁXIMO DE BALANZA CONFORME A NORMA INTERNACIONAL	TIPO DE BALANZA	ERROR MÁXIMO DE BALANZA CONFORME A NORMA INTERNACIONAL
Estático de peso bruto total	3d (divisiones de escala) 60 kg	Dinámico HSWIM hasta 90 km/h	5,0% del vehículo medido 1250 kg
Estático Multiplataforma	3d (divisiones de escala) 60 kg	Dinámico ASTM TIPO IV de 3-16 km/h	1100 kg
Estático Uniplataforma	3d (divisiones de escala) 60 kg	Dinámico ASTM TIPO III de 16-130 km/h	6,0% del vehículo medido 1500 kg
Dinámico SSWIM hasta 5 km/h	1,0% del vehículo medido 250 kg	Dinámico ASTM TIPO II de 24-130 km/h	15% del vehículo medido 3750 kg
Dinámico SSWIM hasta 10 km/h	1,5% del vehículo medido 375 kg	Dinámico ASTM TIPO I de 16-130 km/h	10% del vehículo medido 2500 kg
Dinámico SSWIM hasta 20 km/h	2,0% del vehículo medido 500 kg		

Tabla 3-4 Tipo de tecnología en balanzas y sus errores máximos permitidos

Considerando que un resultado de medición presenta la siguiente estructura:

$$RM = X + E \pm U$$

Dónde:

*RM: Resultado de una medición*

*X: Valor promedio de las mediciones*

*E: Error de exactitud de la medición*

*U: Incertidumbre asociada a la medición*

Se considera como valor promedio el peso vehicular de 25 toneladas.

Se considerará como error al Error de exactitud máximo declarado por el fabricante.

La incertidumbre de la medición “U”, es el parámetro de una medición que caracteriza la dispersión de las mediciones (ISO VIM – Vocabulario Internacional de Metrología), la cual se encuentra en todo proceso de medición. La incertidumbre de medición asegura que las mediciones realizadas se encuentran dentro de un nivel de confiabilidad determinada (95%, 60 % u otro porcentaje predefinido).

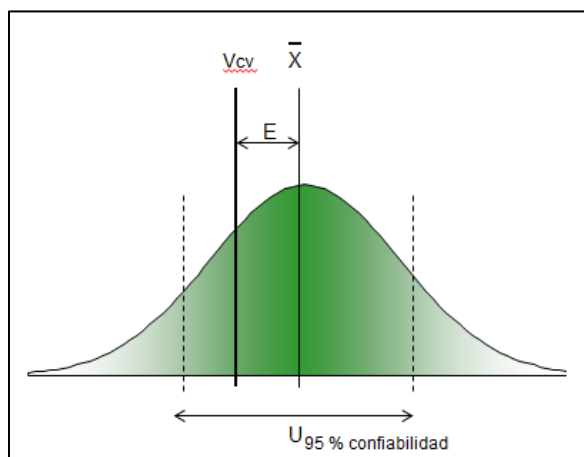


Figura 3-9 Distribución de un resultado de medición

Para la estimación de las incertidumbres en la medición de balanzas se considerarán las siguientes contribuciones:

- **Contribuciones a la incertidumbre debidas al instrumento de medición** (desde el certificado de calibración)

$$u_{inst} = \frac{U_{inst}}{2}; \text{ con } k = 2$$

- **Contribuciones a la incertidumbre debidas a la lectura del instrumento:**

$$u_l = \sqrt{\frac{2d^2}{12} + s^2}$$

Dónde:

d: División de escala de la balanza (de 10 kg a 20 kg)

s: Desviación estándar de las mediciones

Aplicando la Ley de propagación de incertidumbres (ISO – GUM Guía para la determinación de incertidumbres de medición):

$$U_{mc}^2 = u_{inst}^2 + u_l^2$$

$$U_{mc} = \sqrt{\frac{U_{inst}^2}{4} + \frac{2d^2}{12} + s^2}$$

$$U_{me} = 2 * U_{mc} ; \text{ con } k = 2$$

Dónde:

$U_{mc}$ : Incertidumbre de medición combinada

$U_{me}$ : Incertidumbre de medición expandida, con 95% de confiabilidad.

Considerando una desviación estándar de cero y una división de escala  $d=20$  kg por cada tipo de balanza se tienen las siguientes incertidumbres de medición referenciales:

TIPOS DE BALANZAS	PRESUPUESTO DE INCERTIDUMBRES DE MEDICIÓN (kg)								
	d	$U_{INST}$	$U_L$	$U_{L2}$	$U_{INST}$	$U_{INST2}$	$U_{MC2}$	$U_{MC}$	$U_{ME}$
Estático de peso bruto total	20	60	8	67	30	900	967	31	62
Estático Multiplataforma	20	85	8	67	42	1800	1867	43	86
Estático Uniplataforma	20	131	8	67	66	4300	4367	66	132
Dinámico SSWIM hasta 5 km/h	20	172	8	67	86	7425	7492	87	173
Dinámico SSWIM	20	172	8	67	86	7625	7492	87	173

hasta 10 km/h									
Dinámico SSWIM hasta 20 km/h	20	217	8	67	109	11800	11867	109	218
Dinámico HSWIM hasta 90 km/h	20	409	8	67	204	41800	41867	205	409
Dinámico ASTM TIPO IV de 3-16 km/h	20	217	8	67	109	11800	11867	109	218
Dinámico ASTM TIPO III de 16-130 km/h	20	172/409	8	67	86/204	7425/41800	7492/41867	87/205	173/409*
Dinámico ASTM TIPO II de 24-130 km/h	20	207/507	8	67	109/254	11800/64300	11867/64367	109/254	218/507*
Dinámico ASTM TIPO I de 16-130 km/h	20	172/507	8	67	86/254	7425/64300	7492/64367	87/254	173/507*

**Tabla 3-5 Resultados de la estimación de incertidumbre de medición calculados para cada tecnología de pesaje en la medición de vehículos Tipo 5**

\* Valores en kg correspondientes a pesadas a distintas velocidades extremas.

-Graficando los errores y sus incertidumbres de medición por cada tipo de balanza y comparándolas con la tolerancia de la Ley N° 441 (3% en peso bruto total), se tiene de manera concluyente:

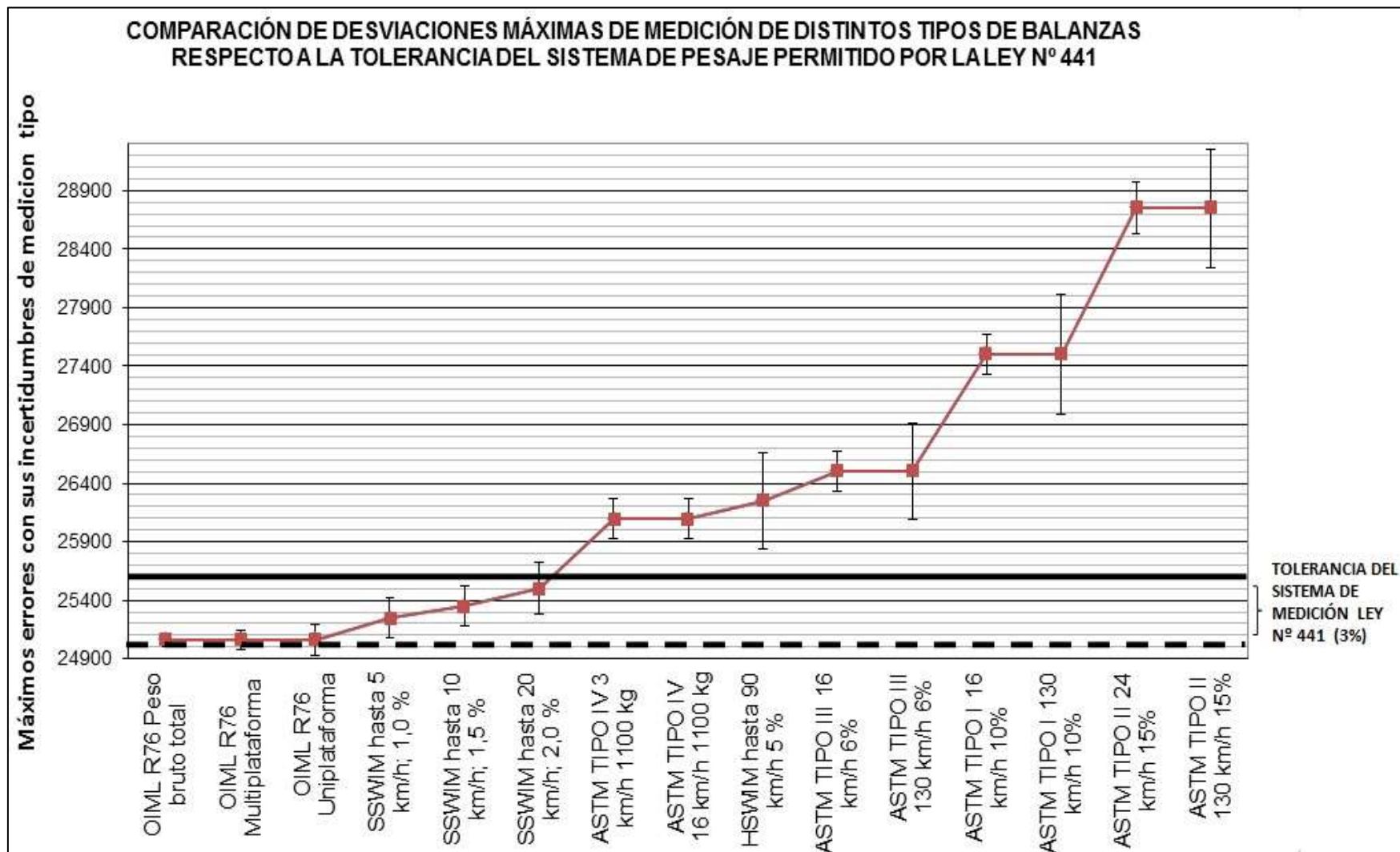


Figura 3-10

Analizando la gráfica resultante:

- La línea punteada, indica el valor caracterizado del camión tipo 5 del ejemplo, valor ideal que debería ser hallado.
- La línea horizontal gruesa, indica la tolerancia de medición que la Ley N° 441 de 3% para el caso del vehículo 1RS+2RD del ejemplo.

Conforme al Criterio Metrológico, para asegurar un resultado veraz en la medición con balanza ésta debe estar por debajo de la tolerancia de medición indicada tanto su error e incertidumbre de medición.

El cumplimiento de la condición metrológica se efectúa cuando el vehículo es medido con balanzas estáticas en todos sus casos y balanzas dinámicas en el caso de sistemas de pesaje de baja velocidad SSWIM, mediciones realizadas con los otros tipos de sistemas se verían comprometidos con respecto a la exactitud de la medición principalmente si se utilizará con carácter punitivo habiendo la probabilidad de que las mediciones realizadas comprometan la veracidad del control realizado y en el caso de multas se emita multas cuando no corresponda catalogando al transportista como infractor cuando no le correspondía.

En conclusión para una balanza punitiva y la emisión veraz de multas se debe utilizar sistemas de pesaje estático sean de plataforma única, multiplataforma o de peso bruto total y sistemas dinámicos de baja velocidad SSWIM según la siguiente tabla:

SISTEMAS DE PESAJE ESTÁTICO
Balanza de peso bruto total
Balanza multiplataforma
Balanza Uniplataforma
SISTEMAS DE PESAJE DINAMICO
SSWIM hasta 5 km/h; 1,0 %
SSWIM hasta 10 km/h; 1,5 %
SSWIM hasta 20 km/h; 2,0 %

Tabla 3-6 Balanzas que cumplen el criterio metrológico para ser balanzas punitivas en cumplimiento de la ley N° 441

### 3.5 Ubicación De Estaciones De Pesaje en el Corredor Bioceánico

El corredor bioceánico de la Red Vial Fundamental es el más transitado a nivel nacional aglutinando aproximadamente el 60% del tráfico vehicular total razón por la cual presenta la principal necesidad de mejorar sus controles de pesaje y mejorar los






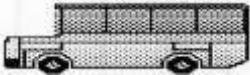

mecanismos y recaudaciones para el cobro de cuya recaudación tiene como objetivo ser utilizado en el mantenimiento de la RVF.

Considerando que el Sistema Nacional de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares y las Estaciones de Cobro de Peaje son accesorios de lo que a futuro conformaría un Sistema Inteligente de Transporte (ITS); la determinación de estaciones peaje y pesaje y su ubicación debe considerar que presentan una misma plataforma de transmisión de datos (proponiéndose una red nacional de fibra óptica).

### 3.5.1 Análisis Del Tráfico Pesado Bidireccional.

Para determinar la ubicación de las estaciones de pesaje se realizará el análisis de tráfico pesado bidireccional. Considerando que los puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares deben su existencia con el objetivo de lograr la aplicación efectiva de la Ley N° 441, y que dicho control debe ser analizado su pertinencia por sentido de circulación vehicular pesado, se realiza el análisis de la información de conteos consolidada anual realizada por las Microempresas organizadas por Provia:

Los conteos realizados por las microempresas consideran la tabla N°1 de Clasificación vehicular según la estadística vial:

Nº	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	IMAGEN REFERENCIAL	DETALLE
1	Automóvil, vagoneta,		Automóviles y vagonetas
2	Camioneta		Camionetas tipo pick up hasta 2 t
3	Minibus		Minibuses hasta 21 pasajeros
4	Microbus		Microbuses
5	Bus mediano		Buses medianos hasta 35 pasajeros

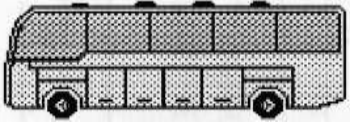

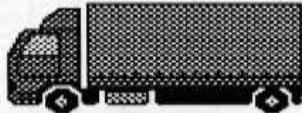


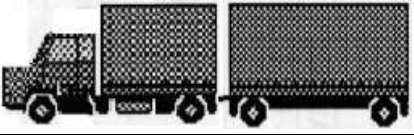


Nº	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	IMAGEN REFERENCIAL	DETALLE
6	Bus grande		Buses grandes hasta 35 pasajeros
7	Camión mediano		Camión mediano hasta 10 t
8	Camión de eje simple		Camión de eje simple más de 10 t
9	Camión de eje tandem		Camiones de eje tandem más de 10 t
10	Camión con semirremolque		Camiones con semirremolque
11	Camión con remolque		Camiones con remolque
12	Motocicletas		Motocicletas
13	Otros vehículos		Tractores, maquinaria de construcción y agrícola, etc.

Tabla 3-7 Tabla de clasificación vehicular para estadística vial

Dentro de la normativa vigente Ley Nº 441 “Ley de control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental” en su artículo 8 determina los pesos máximos permitidos por ejes y grupo de ejes bajo el siguiente detalle:

- Para vehículos con llantas con anchos de sección menores de 270 milímetros, se aplicarán los siguientes pesos permitidos:

RANGO DE ANCHO DE SECCIÓN DE LLANTA		PESO BRUTO TOTAL MÁXIMO PERMITIDO	
De:	Hasta:	Vehículo con Eje delantero sencillo de 2 llantas y un eje trasero sencillo de 2 llantas	Vehículo con Eje delantero sencillo de 2 llantas y un eje trasero sencillo de 4 llantas
175 mm (6,8")	190 mm (7,5")	5,50 toneladas	7,00 toneladas
190 mm (7,5")	270 mm (10,6")	7,00 toneladas	10,00 toneladas

Tabla 3-8 Tabla de pesos máximos permitidos para vehículos semipesados - Ley 441

- Para vehículos con un ancho de sección de llanta de 270 milímetros, equivalente a 10,6 pulgadas o superior:

TIPOS DE CONFIGURACIONES DE EJE Y GRUPOS DE EJES VEHICULARES	PESO BRUTO MÁXIMO PERMITIDO POR EJE O GRUPO DE EJES
Eje sencillo (direccional o fijo) de 2 llantas	7,00
Eje sencillo de 2 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	7,70
Eje tipo tándem de 4 llantas	10,00
Eje sencillo de 4 llantas	11,00
Eje tipo tándem de 4 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	12,00
Eje tipo tándem de 6 llantas	14,00
Eje tipo tándem de 6 llantas con un eje con cubiertas extra anchas y suspensión neumática	16,00
Eje tipo trídem de 6 llantas	17,00
Eje tipo tándem de 8 llantas	18,00
Eje tipo trídem de 6 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	18,00
Eje tipo trídem de 10 llantas	21,00
Eje tipo trídem de 10 llantas con un eje con cubiertas extra anchas y suspensión neumática	22,00
Eje tipo trídem de 12 llantas	25,00

Tabla 3-9 Tabla de pesos máximos permitidos por ejes y grupo de ejes - Ley 441

Comparando la clasificación vehicular y las tablas de ejes máximos permitidos que contempla la Ley N° 441 se concluye por analogía que su aplicación debe ser realizada a las siguientes clasificaciones vehiculares:

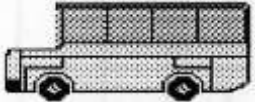

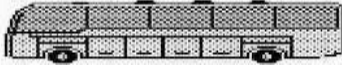

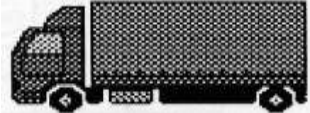


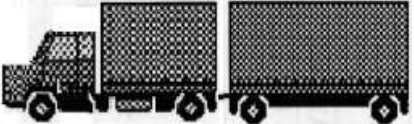
Nº	CLASIFICACIÓN VEHICULAR	IMAGEN REFERENCIAL	DETALLE
4	Microbus		Microbuses
5	Bus mediano		Buses medianos hasta 35 pasajeros
6	Bus grande		Buses grandes hasta 35 pasajeros
7	Camión mediano		Camión mediano hasta 10 t.
8	Camión de eje simple		Camión de eje simple más de 10 t
9	Camión de eje tandem		Camiones de eje tandem más de 10 t
10	Camión con semirremolque		Camiones con semirremolque
11	Camión con remolque		Camiones con remolque

Tabla 3-10 Clasificación vehicular de estadística vial considerados dentro de la aplicación de la Ley N° 441

Definido el alcance de los vehículos considerados dentro del control de pesos y dimensiones vehiculares de la Ley N° 441 se analiza los conteos Provial que para el ejercicio de determinación de ubicaciones se considerará el corredor Oeste Este separando el sentido de circulación debido a que una estación de pesaje completa está definida para un sentido de control:

DETERMINACIÓN DE TRÁFICO - GESTIÓN 2014 CIRCULACION DE VEHICULOS PESADOS SENTIDO OESTE - ESTE											
DESDE	HASTA	PUNTO DE CONTEO	CLASIFICACIÓN VEHICULAR								TPDA
			4	5	6	7	8	9	10	11	
HITO 18 (FRNT. CHILE)	CRUCE RUTA 27	01 TAMBO QUEMADO	3	68	84	8	15	440	2906	244	<b>471</b>
CRUCE RUTA 27	CRUCE RUTA 31	02 CRUCE COSAPA	4	86	91	52	72	135	3325	217	<b>498</b>
CRUCE RUTA 31	PATACAMAYA	03 CRUCE CURAHUARA	17	55	98	77	45	65	3201	186	<b>468</b>
CRUCE RUTA 31	PATACAMAYA	04 PATACAMAYA	33	136	170	239	171	267	3161	660	<b>605</b>
CARACOLLO	CAIHUASI	05 VILLA PATA	65	278	1747	706	723	1793	3781	678	<b>1221</b>
CAIHUASI	VINTO	06 CAIHUASI	108	170	2356	1669	328	2271	4268	666	<b>1480</b>
CAIHUASI	VINTO	07 CONFITAL	84	305	2333	1353	465	2014	4257	750	<b>1445</b>
CAIHUASI	VINTO	08 PAROTANI	451	658	3644	3625	2911	7189	7172	1390	<b>3380</b>
CAIHUASI	VINTO	09 SUTICOLLO	234	319	2537	2811	1710	5439	5677	837	<b>2446</b>
COCHABAMBA	CRUCE RUTA 24	10 KM 10	681	1516	2720	8649	4372	5081	7699	2903	<b>4203</b>
COCHABAMBA	CRUCE RUTA 24	11 AGUIRRE	171	1064	1501	2644	1281	1950	4219	1489	<b>1790</b>
COCHABAMBA	VILLA TUNARI	12 PARACTI	368	322	1176	2476	536	1393	4143	1182	<b>1450</b>
COCHABAMBA	VILLA TUNARI	13 VILLA TUNARI	262	773	1644	2374	1090	2479	4681	1223	<b>1816</b>
CRUCE RUTA 24	CRUCE RUTA 15	14 CHIMORE	252	413	1273	2374	1413	2285	5301	1403	<b>1839</b>
CRUCE RUTA 15	SANTA FE DE YAPACANI	15 ISARZAMA	223	645	1385	2367	1104	2321	4734	2545	<b>1916</b>
IVIRGARZAMA	SANTA FE DE YAPACANI	16 EL CHORE	145	221	1061	2145	943	1806	4771	1193	<b>1536</b>
IVIRGARZAMA	SANTA FE DE YAPACANI	17 RIO BLANCO	370	465	1137	1243	1763	2610	4724	1451	<b>1720</b>
IVIRGARZAMA	SANTA FE DE YAPACANI	18 ICHILO	99	221	1049	1532	1114	1739	4366	1360	<b>1435</b>
SANTA FE DE YAPACANI	GUABIR	19 SAN CARLOS	81	153	1075	999	1992	1989	4605	1063	<b>1495</b>
SANTA FE DE YAPACANI	GUABIR	20 PALOMETILLAS	231	194	1217	1155	2129	2310	5090	1306	<b>1704</b>

DETERMINACIÓN DE TRÁFICO - GESTIÓN 2014 CIRCULACION DE VEHICULOS PESADOS SENTIDO OESTE - ESTE											
DESDE	HASTA	PUNTO DE CONTEO	CLASIFICACIÓN VEHICULAR								TPDA
			4	5	6	7	8	9	10	11	
SANTA FE DE YAPACANI	GUABIR	21 PUESTO MENDEZ	452	217	1287	2879	1852	2320	5624	1699	<b>2041</b>
GUABIRA	SANTA CRUZ	22 NARANJAL	1720	905	1649	5101	4824	5331	6416	3155	<b>3638</b>
GUABIRA	SANTA CRUZ	23 KM 17	4845	673	1260	5147	4856	4211	4108	2321	<b>3428</b>
SANTA CRUZ	PAILON	24 COTOCA	3128	780	997	3329	6590	3508	4278	2215	<b>3103</b>
SANTA CRUZ	PAILON	25 PUERTO IBA	646	699	931	2769	2398	1890	4304	2037	<b>1959</b>
SAN JOSE DE CHIQUITOS	PUERTO SUAREZ	26 CHOCHIS	31	64	333	134	125	215	783	83	<b>221</b>
SAN JOSE DE CHIQUITOS	PUERTO SUAREZ	27 SAN LORENZO	7	19	312	108	70	112	834	82	<b>193</b>
PUERTO SUAREZ	ARROYO CONCEPCI	28 PUERTO SUAREZ	314	324	339	2600	2223	2271	2088	2343	<b>1563</b>

Tabla 3 - 11

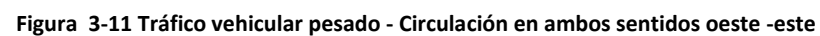
DETERMINACIÓN DE TRÁFICO - GESTIÓN 2014 CIRCULACION DE VEHICULOS PESADOS SENTIDO OESTE - ESTE											
DESDE	HASTA	PUNTO DE CONTEO	CLASIFICACIÓN VEHICULAR								TPDA
			4	5	6	7	8	9	10	11	
CRUCE RUTA 27	HITO 18 (FRNT. CHILE)	01 TAMBO QUEMADO	4	69	84	17	13	434	2227	153	<b>375</b>
CRUCE RUTA 31	CRUCE RUTA 27	02 CRUCE COSAPA	9	78	82	38	31	143	3230	250	<b>483</b>
PATACAMAYA	CRUCE RUTA 31	03 CRUCE CURAHUARA	9	59	99	74	88	77	2659	158	<b>403</b>
PATACAMAYA	CRUCE RUTA 31	04 PATACAMAYA	49	156	177	235	158	228	2686	538	<b>528</b>
CAIHUASI	CARACOLLO	05 VILLA PATA	42	181	1865	660	592	1799	3447	579	<b>1146</b>
VINTO	CAIHUASI	06 CAIHUASI	88	159	2369	1582	341	2123	4048	680	<b>1424</b>
VINTO	CAIHUASI	07 CONFITAL	75	274	2688	1531	404	2565	4364	927	<b>1604</b>
VINTO	CAIHUASI	08 PAROTANI	374	492	3005	3944	1642	6922	6978	1238	<b>3074</b>
VINTO	CAIHUASI	09 SUTICOLLO	166	214	2683	2460	1782	5092	4848	780	<b>2253</b>
CRUCE RUTA 24	COCHABAMBA	10 KM 10	658	1309	2020	8356	2997	4541	6609	2467	<b>3620</b>

DETERMINACIÓN DE TRÁFICO - GESTIÓN 2014 CIRCULACION DE VEHICULOS PESADOS SENTIDO OESTE - ESTE											
DESDE	HASTA	PUNTO DE	CLASIFICACIÓN VEHICULAR								TPDA
CRUCE RUTA 24	COCHABAMBA	11 AGUIRRE	193	1161	1851	2586	1109	1817	4378	1484	<b>1822</b>
VILLA TUNARI	COCHABAMBA	12 PARACTI	459	363	1443	2545	436	1702	5056	1260	<b>1658</b>
VILLA TUNARI	COCHABAMBA	13 VILLA TUNARI	440	775	1517	3447	959	2472	5622	1669	<b>2113</b>
CRUCE RUTA 15	CRUCE RUTA 24	14 CHIMORE	273	449	1439	2360	1378	2280	5656	1586	<b>1928</b>
SANTA FE DE YAPACANI	CRUCE RUTA 15	15 ISARZAMA	258	659	1785	1997	1438	2680	6110	2880	<b>2226</b>
SANTA FE DE YAPACANI	IVIRGARZAMA	16 EL CHORE	84	206	1192	2311	834	1726	5237	1476	<b>1633</b>
SANTA FE DE YAPACANI	IVIRGARZAMA	17 RIO BLANCO	409	565	1344	1527	1594	2518	5458	1451	<b>1858</b>
SANTA FE DE YAPACANI	IVIRGARZAMA	18 ICHILO	153	199	1263	1890	706	1753	5561	1729	<b>1657</b>
GUABIR	SANTA FE DE YAPACANI	19 SAN CARLOS	95	160	1155	1089	2183	2156	5535	1280	<b>1707</b>
GUABIR	SANTA FE DE YAPACANI	20 PALOMETILLAS	148	239	1330	1255	2190	2510	5991	1497	<b>1895</b>
GUABIR	SANTA FE DE YAPACANI	21 PUESTO MENDEZ	317	218	1233	3402	2457	3275	7443	2382	<b>2591</b>
SANTA CRUZ	GUABIRA	22 NARANJAL	2741	1649	2253	7079	6646	7957	7387	4041	<b>4969</b>
SANTA CRUZ	GUABIRA	23 KM 17	5096	760	1540	6566	6678	6926	7688	3173	<b>4803</b>
PAILON	SANTA CRUZ	24 COTOCA	2665	1671	1446	5061	4404	4052	5664	2585	<b>3444</b>
PAILON	SANTA CRUZ	25 PUERTO IBA	449	749	1143	2560	1900	2126	4342	2358	<b>1953</b>
PUERTO SUAREZ	SAN JOSE DE CHIQUITOS	26 CHOCHIS	17	57	317	115	120	235	819	74	<b>219</b>
PUERTO SUAREZ	SAN JOSE DE CHIQUITOS	27 SAN LORENZO	4	44	297	111	83	82	1014	85	<b>215</b>
ARROYO CONCEPCI	PUERTO SUAREZ	28 PUERTO SUAREZ	345	316	364	2867	2289	2511	2340	2542	<b>1697</b>

Tabla 3 - 12

Del tratamiento de datos se puede apreciar las siguientes gráficas de tráfico vehicular pesado:





De la gráfica se pueden apreciar puntos críticos de inicio de generación de tráfico pesado y de puntos de alto tráfico pesado

Así mismo se puede identificar en el siguiente mapa las ubicaciones de mayor tráfico vehicular total a nivel nacional, lo cual confirma el tráfico analizado en las anteriores graficas:

### MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR NACIONAL

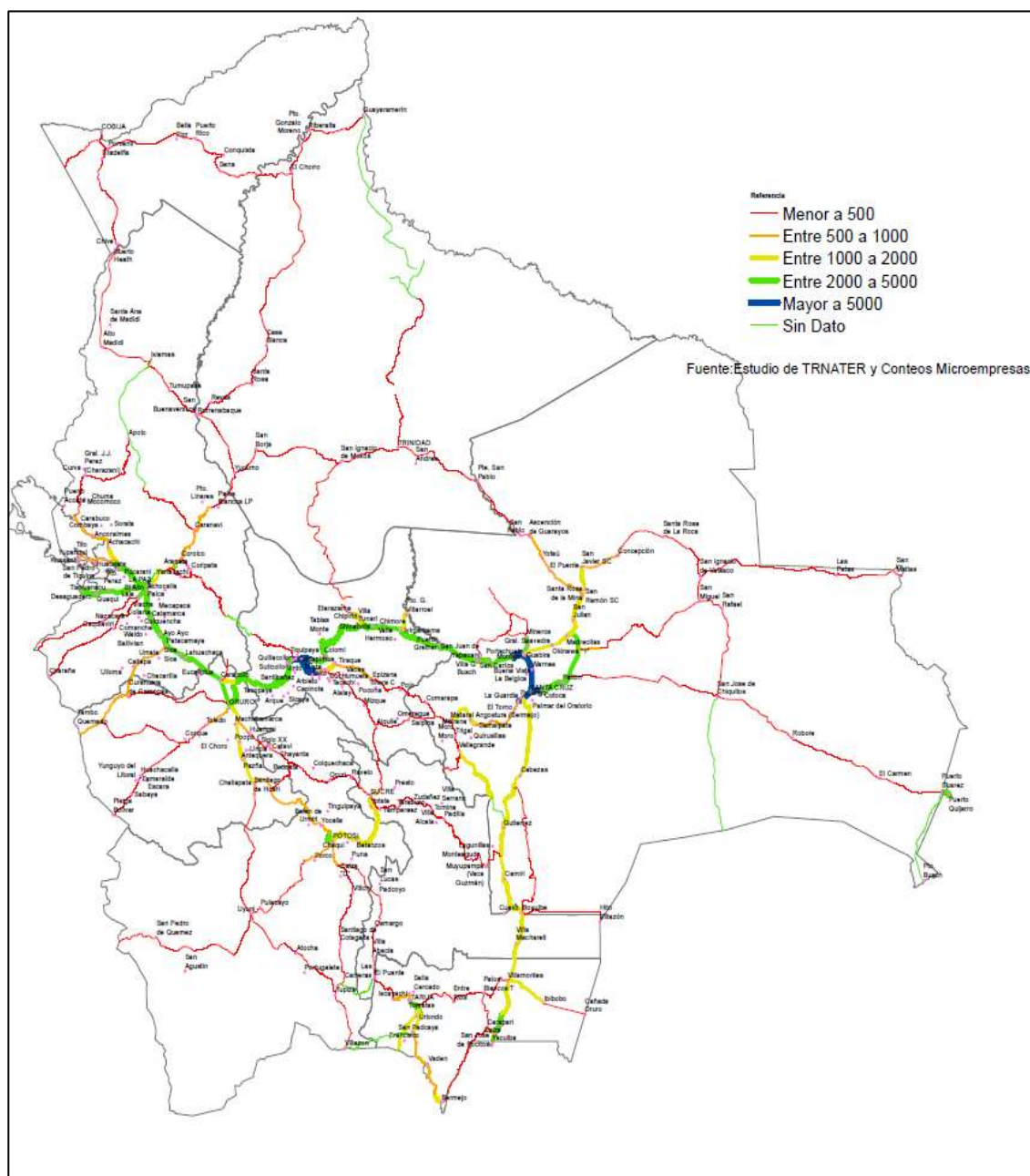


Figura 3-72

### TRÁFICO EN EL CORREDOR BIOCEÁNICO Y RUTAS CONTIGUAS DE TRÁFICO MEDIO

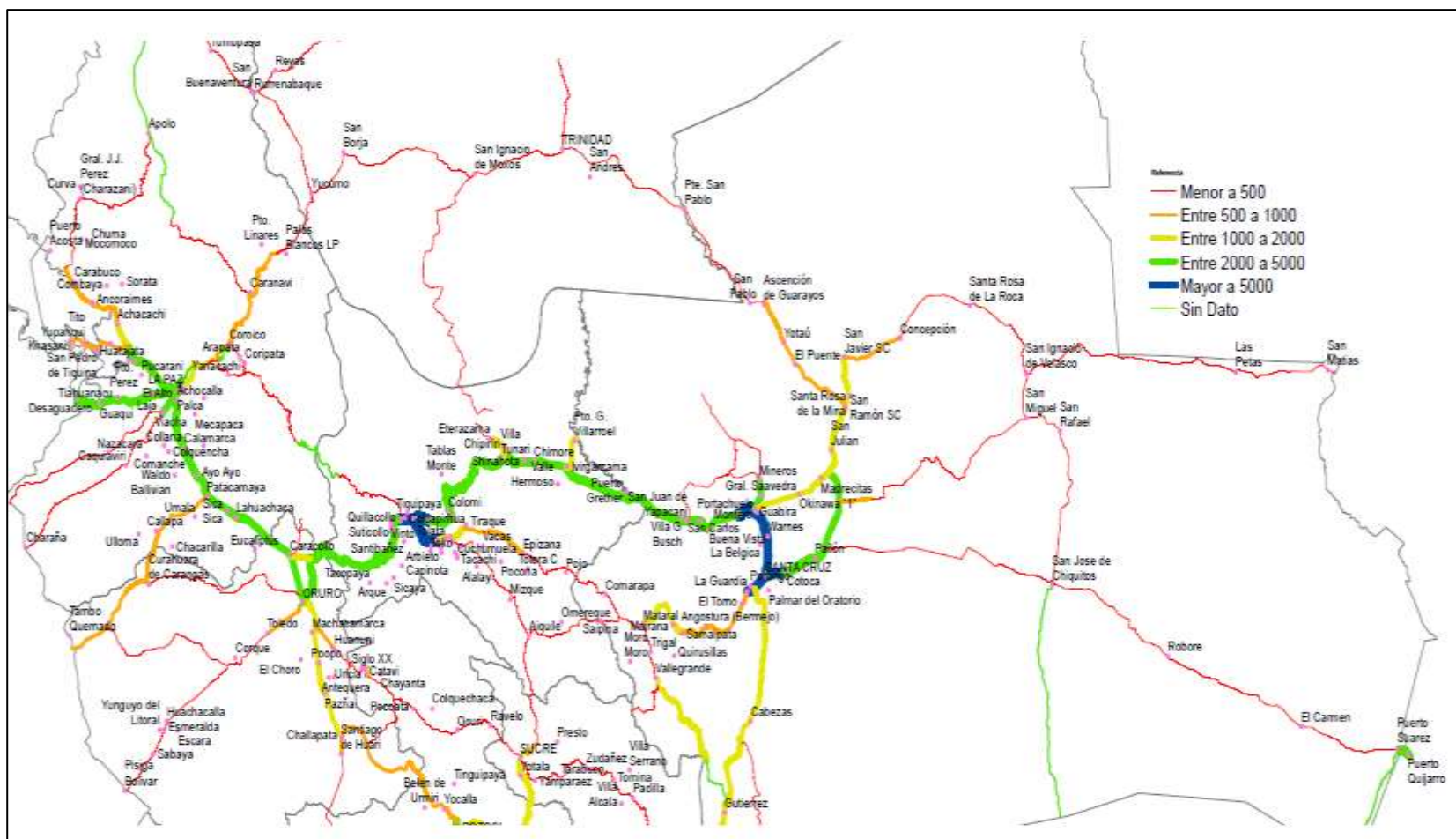


Figura 3-13

En los mapas se puede corroborar que el mayor tráfico vehicular se encuentra en la Ruta 4; Ruta 1 desde Desaguadero hasta Patacamaya; Ruta 3 desde Palos Blancos hasta La Cumbre; Ruta 9 ingreso a la Ruta 4 desde San Ramón hasta Pailón así como su ingreso desde Abapó hasta La Guardia.

Apoyados en la información de tráfico en la definición de las ubicaciones de estaciones de pesaje además se considera, la localización de las principales zonas de generación de las cargas. Esta información se presenta en detalle en el Anexo II.

### 3.5.2 Criterios Complementarios

- **Controlar los inicios de generación de tráfico pesado separando el sentido de tráfico vehicular**

Considerando las fronteras como puntos de inicio de generación de carga dentro del territorio nacional se plantean las siguientes ubicaciones para la Ruta 4 y rutas contiguas de mayor tráfico a nivel nacional

Desaguadero  
Pisiga

Tambo Quemado  
Puesto Suarez

Considerando las salidas de Ciudades capitales y poblaciones importantes como inicio de generación de tráfico pesado se plantean las siguientes ubicaciones:

Laja  
Caracollo  
Caihuasi  
Ivirgarzama  
San Jose de Chiquitos  
Guabira

Achica Arriba  
Vito  
Suticollo  
Naranjal  
Enconada  
Okinawa

Patacamaya  
Ancaravi  
Aguirre  
Padrezama  
Sica Sica

- **Asegurar Un Ingreso De Vehículos Al Corredor Sin Sobre peso, Proveniente De Otras Rutas Colindantes**

En puntos de la RVF donde por la unión de tramos carreteros se generan puntos de alto tráfico vehicular pesado como son los casos de:

(la línea segmentada identifica el punto de ingreso de tráfico pesado al Corredor Bioceánico)

- Incorporación de tráfico en intersección ruta 9 a la ruta 4:

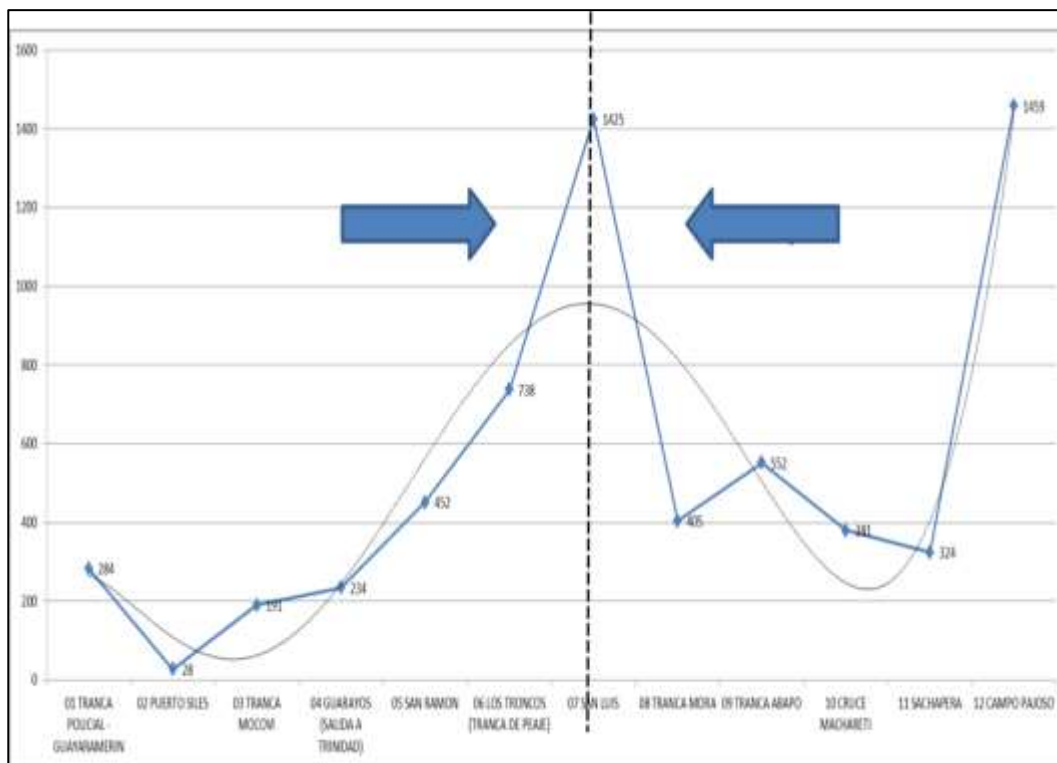


Figura 3-14 Tráfico pesado de ingreso a la Ruta 4 desde la Ruta 9 – TPDA 2014

Donde se puede evidenciar el incremento de tráfico vehicular a la ruta 4 razón por la cual se deben ubicar estaciones de pesaje en:

San Ramón  
Abapó  
Campo Pajoso

La Guardia  
Chimeo  
Casarabe

- Incorporación de tráfico en intersección ruta 3 y ruta 26 a la ruta 1:

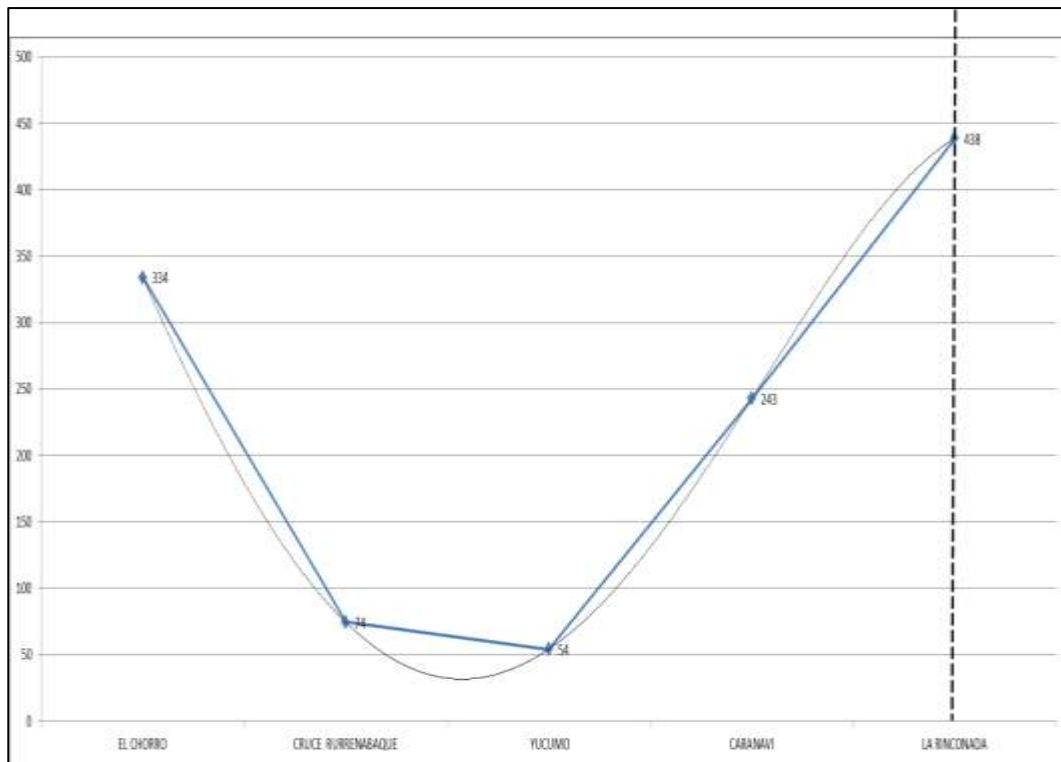


Figura 3-15 Tráfico Pesado de ingreso a la Ruta 4 desde la Ruta 8 y Ruta 3 – TPDA 2014

El incremento de tráfico pesado al colindar con la ruta 1 evidencia una necesidad de control, razón por la cual se necesita ubicar estaciones de pesaje en:

- Urujara
- Rurrenabaque
- Santa Bárbara

Estas determinaciones son graficadas a continuación, considerando su sentido de control de Oeste a Este o viceversa tal que asegure un control vehicular pesado antes de su afectación en el tramo carretero (a inicios del tramo carretero a controlar).



## DETERMINACIÓN DE PUESTOS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES SENTIDO DE CONTROL OESTE A ESTE

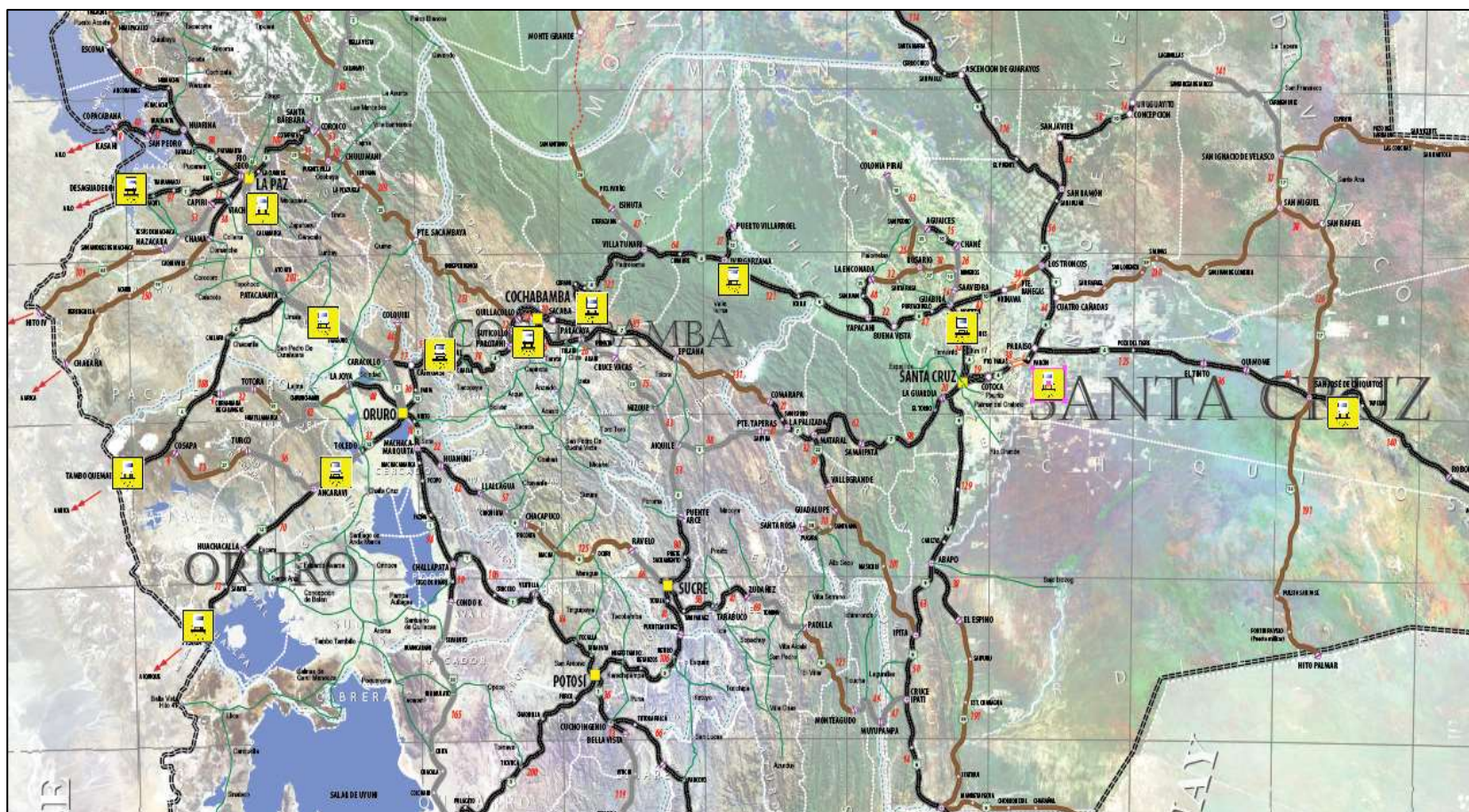


Figura 3-16



## DETERMINACIÓN DE PUESTOS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES – SENTIDO DE CONTROL ESTE A OESTE

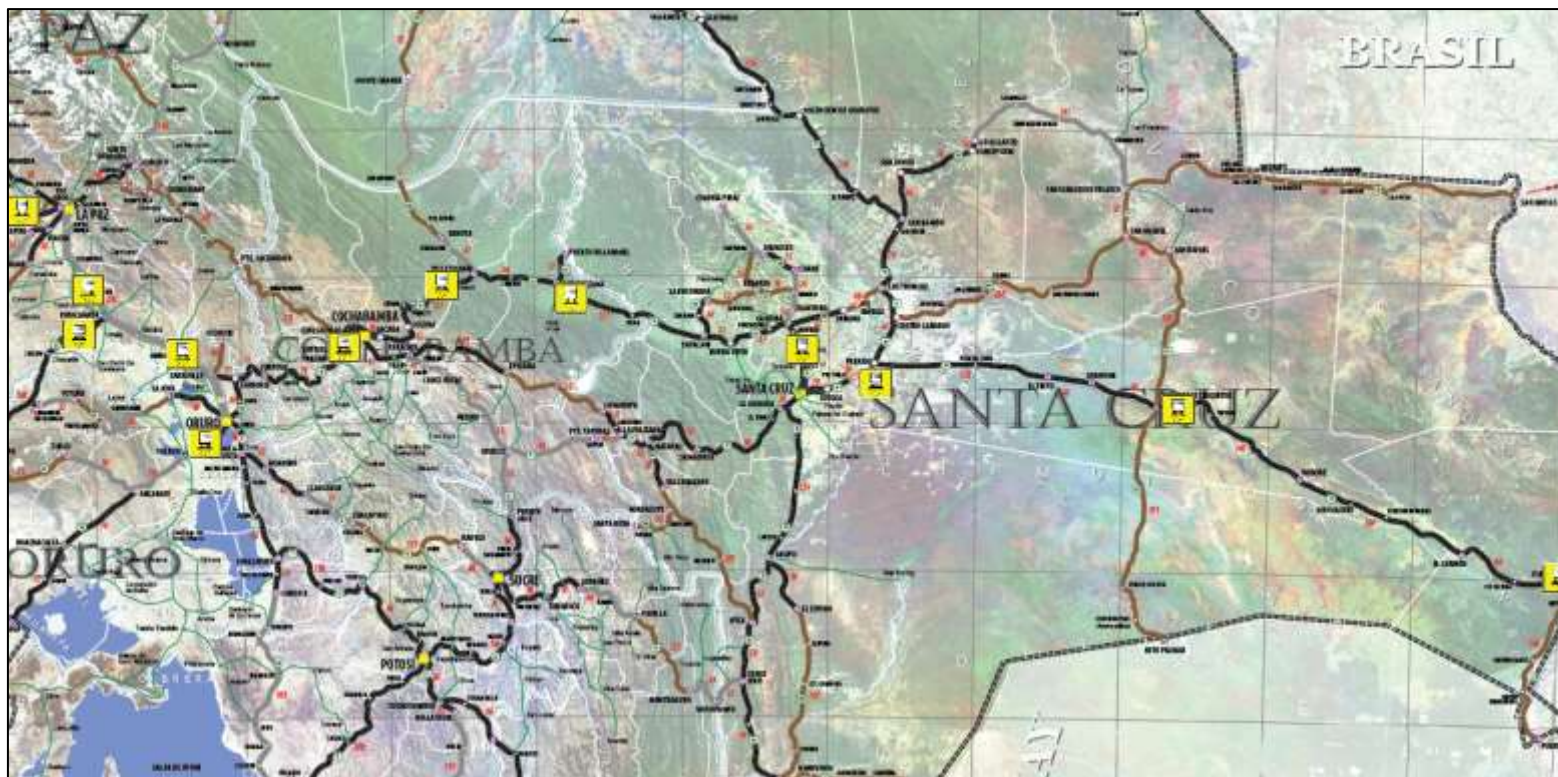


Figura 3-17



### 3.5.3 Ubicaciones De Puestos De Control De Pesos Y Dimensiones Vehiculares Determinadas

Considerando los argumentos vertidos se presentan las siguientes ubicaciones para puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares:

ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE
1	4	LA PAZ - ORURO	ACHICA ARRIBA
2	4	ORURO – LA PAZ	CARACOLLO
3	4	TAMBO QUEMADO – PATACAMAYA	TAMBO QUEMADO
4	4	PISIGA – ORURO	SABAYA
5	4	ORURO – PISIGA	VITO
6	4	CARACOLLO - CONFITAL	CAIHUASI
7	4	PAROTANI – CBBA – PAROTANI	D-SUTICOLLO
8	4	SACABA - COLOMI	AGUIRRE
9	4	CHIMORÉ – IVIRGARZAMA - CHIMORE	D-IVIRGARZAMA
10	4	VILLA TUNARI – COLOMI	PADRESAMA
11	4	MONTERO	D-MONTERO –WARNES-MONTERO
12	4	COTOCA – PAILON - COTOCA	D- ENCONADA
13	4	QUIMONE – TAPERAS - QUIMONE	D-SAN JOSE
14	4	PUERTO SUAREZ - ROBORE	PUERTO SUAREZ
15	1	DESAGUADERO-RIO SECO	DESAGUADERO
16	1	RIO SECO-DESAGUADERO	LAJA
17	8	RURRENABAQUE-YUCUMO	RURRENABAQUE
18	3	YUCUMO-SAPECHO	SAPECHO
19	3	COTAPATA-CARANAVI	SANTA BARBARA
20	3	LA CUMBRE-UNDUAVI	URUJARA
21	10	LOS TRONCOS-OKINAWA-LOS TRONCOS	D-LA REFORMA
22	10	CHANÉ-GUABIRA	SAAVEDRA
23	9	TRINIDAD-PUERTO USTAREZ	MOCovi
24	9	PUERTO USTAREZ-TRINIDAD	D-PUERTO USTAREZ
25	9	TRINIDAD-CASARABE-TRINIDAD	D-CASARABE
26	9	TRINIDAD-SAN RAMON-TRINIDAD	D-SAN RAMON
27	9	SANTA CRUZ-LA GUARDIA-SANTA CRUZ	D-km11
28	9	MORA-ABAPO-MORA	D-ABAPÓ
29	9	VILLAMONTES-MACHARETI	CHIMEO
30	9	YACUIBA-CAMPO PAJOSO	CAMPO PAJOSO

Tabla 3-13 Estaciones de Pesaje Consideradas

Bajo los criterios vertidos y con el apoyo del mapa de distribución de tráfico nacional se anexa la ubicación de los distintos puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental.

### 3.5.4 Dimensionamiento de la capacidad de operación de la estación de pesaje y elección de tipo de balanza punitiva por estación.

Para un efectivo control de pesos y dimensiones vehiculares es necesario asegurar que la operación de una estación de pesaje pueda soportar el tráfico vehicular pesado proyectado que circulará por cada ruta, en ese sentido el tipo de balanza punitiva que se vaya a utilizar además debe cumplir la siguiente condición:

$$\frac{\text{Capacidad de vehículos controlados}}{\text{día}} \geq TPDA_{\text{Pesado proyectado}}$$

Esto asegurará que el puesto de control con el tipo de balanza elegido no colapse en épocas de alta demanda de vehículos pesados.

La capacidad de vehículos controlados está en función al modo de operación y modo de pesaje que se vaya a implementar, por medio de la implementación del sistema semiautomático de control de pesos y dimensiones vehiculares como factor invariante, es necesario analizar los tiempos de pesaje, según la tabla siguiente de tiempos máximos de medición.

TIEMPOS MÁXIMOS DE OPERACIÓN EN SEGUNDOS (s) CON DISTINTOS TIPOS DE BALANZAS					
EN PESAJE ESTÁTICO			EN PESAJE DINÁMICO		
Peso bruto total	Multiplataforma	Uniplataforma	SSWIM hasta 5 km/h; 1% error	SSWIM hasta 10 km/h; 1,5 % error	SSWIM hasta 20 km/h; 2% error
60 s	60 s	100 s	45 s	40 s	34 s
CAPACIDAD DE VEHÍCULOS MEDIDOS DÍA (Atención ininterrumpida - 100 %)					
1440 veh/día	1440 veh/día	864 veh/día	1920 veh/día	2160 veh/día	2541 veh/día

Tabla 3-14 Tiempos máximos de medición y capacidad de vehículos medidos por día con distintos tipos de balanzas

La tabla muestra los tiempos máximos de operación de pesaje de los puestos de control con distintos tipos de balanzas considerando:

- Velocidad de ingreso y salida al puesto de control: 40 km/h
- Distancia recorrida dentro el puesto de control: 320 m
- Tiempo aproximado de recorrido por la estación: 30 s
- Tiempo de control (medición y emisión de boleta):
  - En balanza PBT: 30 s
  - En balanza multiplataforma: 30 s
  - En balanza uniplataforma: 70 s
  - En balanza SSWIM 5 km/h: 14,8 s
  - En balanza SSWIM 10 km/h: 7,4 s
  - En balanza SSWIM 20 km/h: 3,7 s

Adicionalmente, es importante considerar el porcentaje promedio anual de vehículos pesados que fueron controlados en los puestos de control y fueron identificados vacíos o a media capacidad de carga los cuales no amerita sean ingresados al puesto de control para pesaje punitivo, pudiendo ser desviados por una balanza selectiva o por medio de un sistema de pesaje HSWIM en carretera mejorando la respuesta del puesto de control y evitando su saturación y colapso.

En ese sentido analizando los datos de control vehicular en los puestos de control actuales se puede determinar el porcentaje promedio de 37% vehículos pesados vacíos o a carga media:

**PORCENTAJE DE VEHÍCULOS VACÍOS Y A CARGA MEDIA MEDIDOS EN LOS PUESTOS DE CONTROL DE LA RVF**

Estación	Porcentaje promedio anual
Chañata	49,4
Suticollo i	46,7
Suticollo s	22,3
Ivirgarzama	20,0
Zapatera	28,7
Achica arriba s	24,4
Caihuasi	60,4
San Antonio	20,0
Jayac mayu	32,2
Uyuni	60,5
San José i	40,3
San José s	27,8
Mataral i	24,0
Mataral s	49,7
Abapó	51,2
Enconada	22,3
<b>PROMEDIO</b>	<b>37%</b>

**Tabla 3-15**

(Fuente: Unidad de Control de Pesos y Dimensiones - Vías Bolivia 2014)

La consideración de balanza selectiva incrementaría la capacidad de las estaciones de pesaje en un 37% presentando la siguiente tabla:

CAPACIDAD DE VEHÍCULOS MEDIDOS DEL PUESTO DE CONTROL						
CON PESAJE ESTÁTICO				CON PESAJE DINÁMICO		
Peso total	bruto	Multiplataforma	Uniplataforma	SSWIM hasta 5 km/h; 1% error	SSWIM hasta 10 km/h; 1,5 % error	SSWIM hasta 20 km/h; 2% error
SIN BALANZA SELECTIVA						
1440		1440	864	1920	2160	2541
CON BALANZA SELECTIVA						
1972		1972	1183	2630	2959	3481

Tabla 3-16 Capacidades de control de las estaciones de pesaje con y sin balanzas selectivas

Análisis del tráfico vehicular pesado proyectado:

El TPDA a ser considerado para definir el tipo de balanzas debe ser proyectado por lo menos a 10 años asegurando así el buen funcionamiento operativo de la estación de pesaje en el tiempo, como se ve en las siguientes graficas:

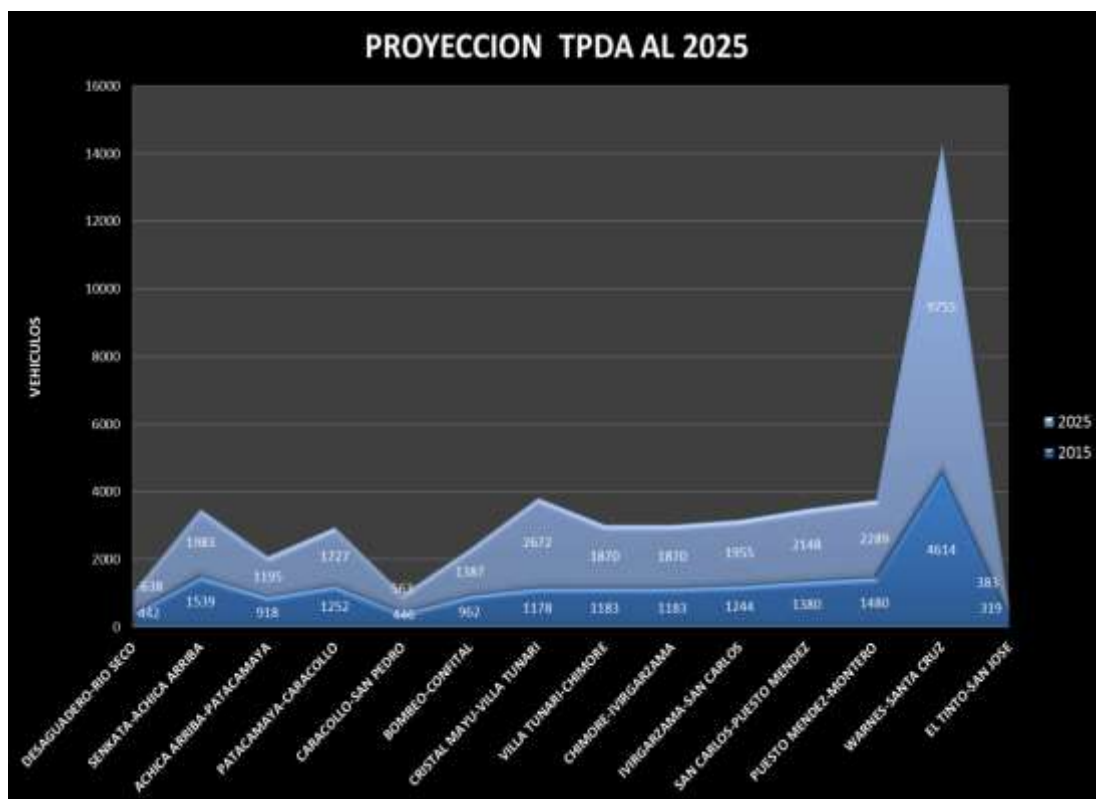


Figura 3-18 Proyección del TPDA pesado al 2025 en el Corredor Bioceánico

La grafica demuestra un evidente incremento en el tráfico vehicular pesado principalmente en los tramos:

- Senkata – Achica Arriba
- Patacamaya – Caracolillo
- Cristal Mayu – Villa Tunari
- Warnes – Santa Cruz

Los cuales se vuelven junto a las fronteras en puntos críticos de control.

En la siguiente grafica se puede evidenciar que la mayor cantidad de vehículos pesados proyectados a circular en el Corredor Bioceánico son camiones con semirremolque (PBT 45 t), camiones con remoque (PBT 45 t) y camiones con 2 ejes (PBT 25 t), los cuales con sobrecarga generan un mayor deterioro exponencial.

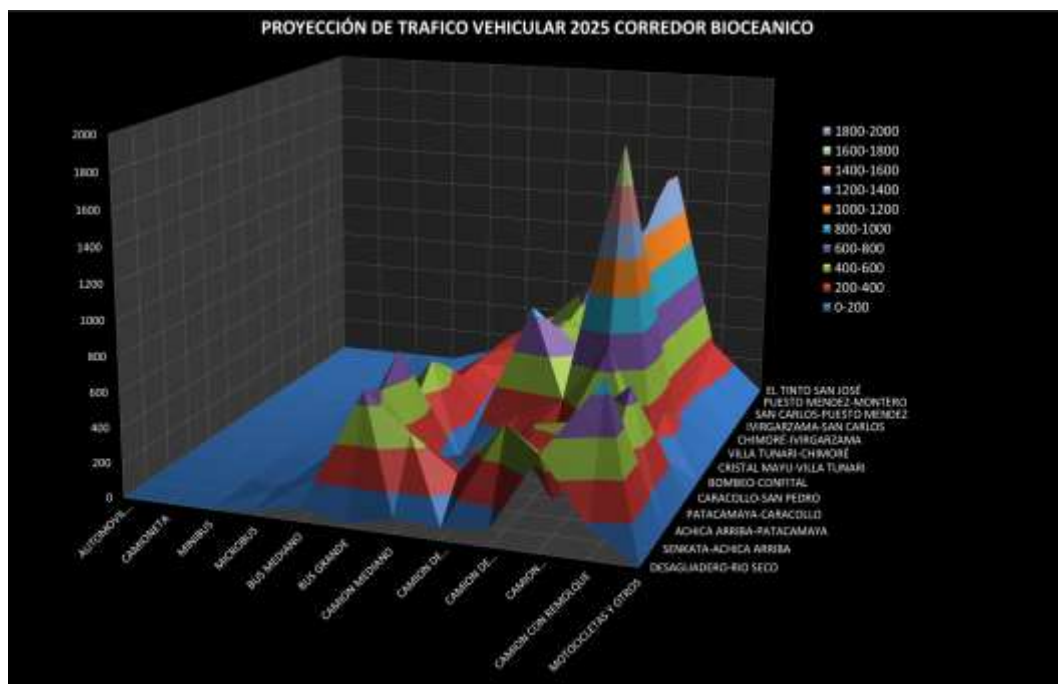


Figura 3-19 Proyección del TPDA pesado al 2025 en el Corredor Bioceánico por tipo de vehículo pesado y semipesado

Cruzando la información de capacidades de estaciones por tipo de balanza y TPDA's con proyección al 2015 y en aplicación de la formula

$$\frac{\text{Capacidad de vehículos controlados}}{\text{día}} \geq TPDA_{\text{Pesado proyectado}}$$

Se identifican por cada ubicación que tipo de estación con tipo de balanzas se deben implementar para un efectivo control:

## PROYECCIÓN DEL TPDA PESADO AL 2025

CAPACIDAD DE LA ESTACION DE CONTORL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES DE SOPORTAR EL TPDA 2025 PESADO POR TRAMO EN FUNCION A LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN Y TIPOS DE BALANZAS PUNITIVAS Y SELECTIVA																	
TRAMO CARRETERO		UBICACIÓN DE ESTACION DE PESAJE	TPDA 2025 (un sentido)	PESO BRUTO TOTAL		MULTIPLATAFORMA		UNIPLATAFORMA		SSWIM 5 km/h; 1%		SSWIM 10 km/h; 1,5%		SSWIM 20 km/h; 2%			
DESDE	HASTA			CVM SB	CVM CB	CVM SB	CVM CB	CVM SB	CVM CB	CVM SB	CVM CB	CVM SB	CVM CB	CVM SB	CVM CB	CVM SB	CVM CB
				1440	1972	1440	1972	864	1183	1920	2630	2160	2959	2541	3481		
				SIN BALANZA SELECTIVA	CON BALANZA SELECTIVA	SIN BALANZA SELECTIVA	CON BALANZA SELECTIVA	SIN BALANZA SELECTIVA	CON BALANZA SELECTIVA	SIN BALANZA SELECTIVA	CON BALANZA SELECTIVA	SIN BALANZA SELECTIVA	CON BALANZA SELECTIVA	SIN BALANZA SELECTIVA	CON BALANZA SELECTIVA		
DESAGUADERO	RIO SECO	GUAQUI	638	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
SENKATA	ACHICA ARRIBA	ACHICA ARRIBA	1905	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
ACHICA ARRIBA	PATACAMAYA		1195	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
PATACAMAYA	CARACOLLO	CARACOLLO	1727	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
CARACOLLO	SAN PEDRO	SAN PEDRO	563	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
BOMBEO	CONFITAL	CAIHUASI	1387	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
CONFITAL	HUAYLLAMARCA		995	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
CONFITAL	HUAYLLAMARCA		1435	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
CRISTAL MAYU	VILLA TUNARI	PADRESAMA	2672	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE		
VILLA TUNARI	CHIMORÉ		1870	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
CHIMORÉ	IVIRGARZAMA	IVIRGARZAMA	1870	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
IVIRGARZAMA	SAN CARLOS		1955	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
SAN CARLOS	PUESTO MENDEZ		2148	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
PUESTO MENDEZ	MONTERO	MONTERO	2289	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
EL TINTO	SAN JOSE	SAN JOSÉ	383	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE		
				CVM SB = CAPACIDAD DE VEHICULOS MEDIDOS; ESTACION SIN BALANZA SELECTIVA													
				CVM CB = CAPACIDAD DE VEHICULOS MEDIDOS; ESTACION CON BALANZA SELECTIVA													

Tabla 3-17

El mecanismo de control para poder ser eficaz en el control vehicular pesado para el tramo Warnes – Santa Cruz además de considerar una estación de pesaje doble en el tramo es prever la reducción de sobrepeso antes de que ingresen a esta ruta, esto por medio de controles en los tramos colindantes provenientes desde Guabirá y Okinawa.

La tabla de análisis anterior evidencia qué tipo de balanza punitiva puede utilizarse para cada ubicación de puesto de control según su tráfico pesado; así mismo se evidencia mejoramiento del puesto de control en rendimiento utilizando adicionalmente balanzas selectivas adicionales a las punitivas.

### 3.5.5 Relevamiento estadístico del tránsito

Para fortalecer el gerenciamiento de pavimento de la ruta 4 se considerará la incorporación de sistemas de conteo de tráfico vehicular a 2 km aproximadamente antes del ingreso a las estaciones de pesaje el cual tendrá los siguientes beneficios en ambos sentidos de circulación de manera simultánea:

- Determinará un conteo vehicular total de vehículos livianos, semipesados y pesados
- Determinará configuración vehicular
- Determinará su peso referencial con una exactitud de 10% a 5% sin necesidad de bajar de velocidad.
- Permitirá determinar la aproximación del vehículo al puesto de pesaje y mediante su registro y seguimiento, saber que vehículo evadió el puesto de control

### 3.5.6 Ubicación De Las Estaciones De Pesaje En La Ruta 4 Y Rutas Contiguas De Alto Y Medio Trafico

De manera conclusiva en aplicación de los criterios vertidos, las ubicaciones de las estaciones de pesaje, tipos de balanzas y presupuesto referencial se presentan en las siguientes tablas:

ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	ESTADO ACTUAL DE AVANCE
1	4	LA PAZ - ORURO	ACHICA ARRIBA	MULTIPLATAFORMA	SI	CONSTRUCCIÓN	BID N° 3385/BL-BO
2	4	ORURO - LA PAZ	CARACOLLO	MULTIPLATAFORMA	SI	CONSTRUCCIÓN	BID N° 3385/BL-BO
3	4	TAMBO QUEMADO - PATACAMAYA	TAMBO QUEMADO	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
4	4	PISIGA ORURO -	SABAYA	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA

ITEM	ruta	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	ESTADO ACTUAL DE AVANCE
5	4	ORURO – PISIGA	VITO	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
6	4	CARACOLLO - CONFITAL	CAIHUASI	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	BID N° 3385/BL-BO
7	4	PAROTANI – CBBA – PAROTANI	D-SUTICOLLO	DINAMICA	NO	READECUACIÓN ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO	BID MISIÓN II
8	4	SACABA - COLOMI	AGUIRRE	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
9	4	CHIMORÉ – IVIRGARZAMBA - CHIMORE	D-IVIRGARZAMA	MULTIPLATAFORMA	SI	CONSTRUCCIÓN	BID MISIÓN II
10	4	VILLA TUNARI – COLOMI	PADRESAMA	DINAMICA	SI	CONSTRUCCIÓN	BID MISIÓN II
11	4	D-MONTERO –WARNES-MONTERO	MONTERO	DINAMICA	SI	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
12	4	COTOCA – PAILON - COTOCA	D- ENCONADA	MULTIPLATAFORMA	NO	READECUACIÓN ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO	BID N° 3385/BL-BO
13	4	QUIMONE – TAPERAS - QUIMONE	D-SAN JOSE	MULTIPLATAFORMA	NO	ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO	BID N° 3385/BL-BO
14	4	PUERTO SUAREZ - ROBORE	PUERTO SUAREZ	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
15	1	DESAGUADE RO-RIO SECO	DESAGUADERO	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	BID MISIÓN II
16	1	RIO SECO-DESAGUADE RO	LAJA	UNIPLATAFORMA	NO	---	BID A CONCLUI RSE
17	8	RURRENABA QUE-YUCUMO	RURRENABAQUE	UNIPLATAFORMA	NO	READECUACIÓN ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO	BID MISIÓN II
18	3	COTAPATA-CARANAVI	SANTA BARBARA	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
19	3	LA CUMBRE-UNDUAVI	URUJARA	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
20	10	LOS TRONCOS-OKINAWA-LOS TRONCOS	D-LA REFORMA	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
21	10	CHANÉ-GUABIRA	SAAVEDRA	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	BID
22	9	TRINIDAD-PUERTO USTAREZ	MOCovi	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
23	9	PUERTO USTAREZ-TRINIDAD	D-PUERTO USTAREZ	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA



ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	ESTADO ACTUAL DE AVANCE
24	9	TRINIDAD-CASARABE-TRINIDAD	D-CASARABE	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	PROYECTO CREMA
25	9	TRINIDAD-SAN RAMON-TRINIDAD	D-SAN RAMON	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	PROYECTO CREMA
26	9	SANTA CRUZ-LA GUARDIA-SANTA CRUZ	D-km11	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA
27	9	MORA-ABAPO-MORA	D-ABAPÓ	MULTIPLATAFORMA	NO	READECUACIÓN ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO	BID MISIÓN II
28	9	VILLAMONTES-MACHARETI	CHIMEO	UNIPLATAFORMA	NO	---	BID A CONCLUIRSE
29	9	YACUIBA-CAMPO PAJOSO	CAMPO PAJOSO	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	BID MISIÓN II
30	4	PISIGA - ORURO	ANCARAVI	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	ELABORACIÓN DE TESA

Tabla 3-18 Ubicaciones y características generales de las estaciones de pesaje

### 3.6 Ubicación De Los Puestos De Control De Pesos Y Dimensiones Vehiculares

Por analogía de análisis, para toda le Red Vial Fundamental se presentan las ubicaciones generales de los puestos de control de pesos y dimensiones vehiculares en la siguiente figura:

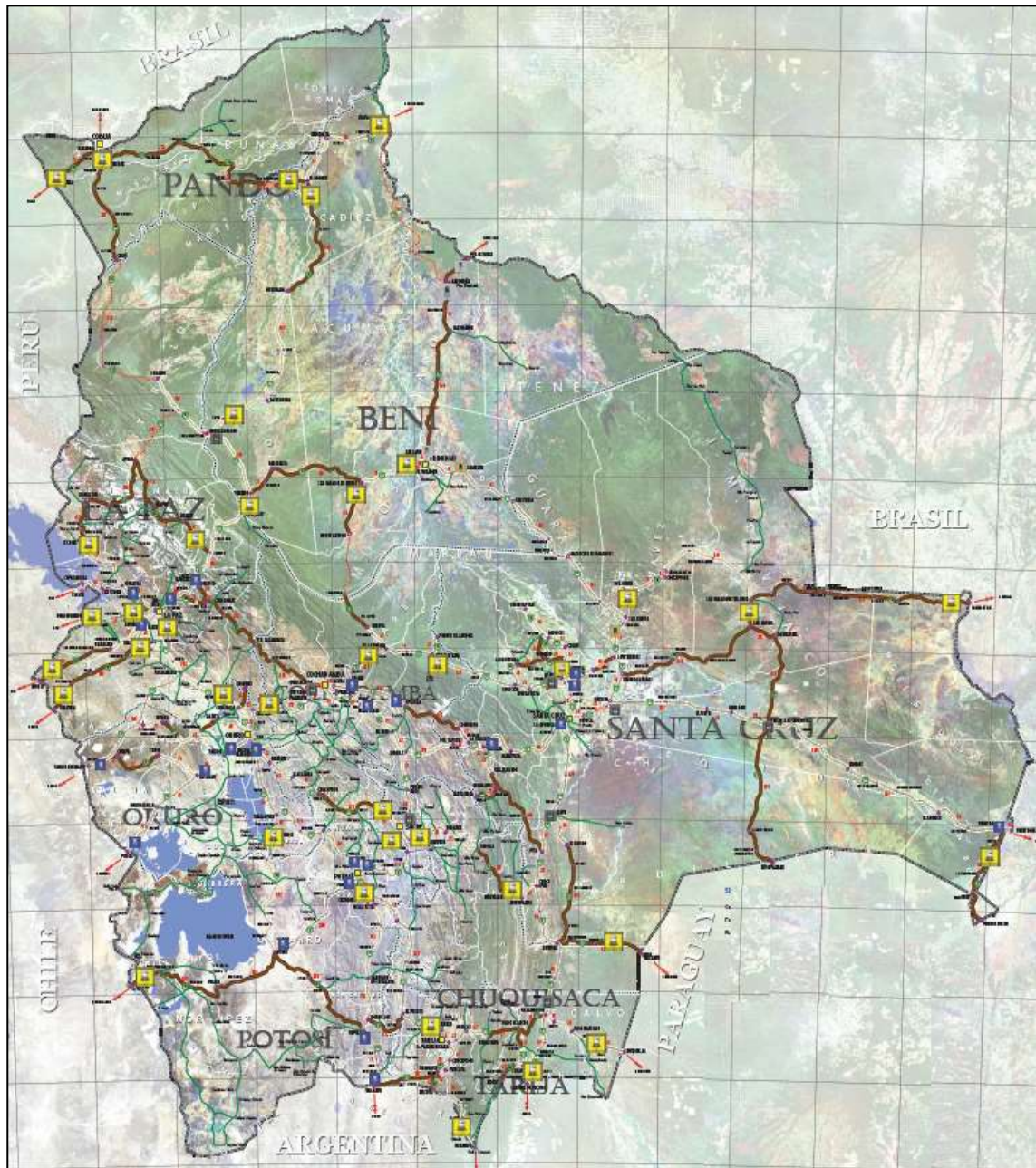


Figura 3-80 Ubicaciones generales de estaciones de control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental

A partir de un análisis del comportamiento de los tránsitos y las cargas a nivel de la Red Fundamental se podrá concluir con mayor exactitud la localización y el tipo de estación de control de pesos y dimensiones.

## 4 SISTEMA INTELIGENTE DE COBRO DE TASA DE PEAJE

### 4.1 Situación Actual.

Dentro de las actividades primordiales para la preservación y conservación de las carreteras están los mantenimientos y rehabilitaciones de que se realizan de manera periódica, los cuales presentan distintos financiamientos así como su financiamiento por medio de montos económicos provenientes desde la recaudación de la tasa de peaje por concepto de uso de la Red Vial Fundamental.

GESTIÓN	RECAUDACIÓN BRUTA VÍAS BOLIVIA (100%)	17% GASTOS DE OPERACIÓN DE VÍAS BOLIVIA	RECAUDACIÓN NETA ABC (83% DE LA RECAUDACIÓN BRUTA)	TRANSFERENCIA A GOBERNACIONES (30% DE LA RECAUDACIÓN NETA)	DISPONIBLE PARA CONSERVACIÓN VIAL
2008	218.614.224,60	37.164.418,18	181.449.806,42	54.434.941,93	127.014.864,49
2009	250.776.692,60	42.632.037,74	208.144.654,86	62.443.396,46	145.701.258,40
2010	292.892.202,95	49.791.674,50	243.100.528,45	72.930.158,54	170.170.369,92
2011	327.916.777,56	55.745.852,19	272.170.925,38	81.651.277,61	190.519.647,76
2012	364.528.048,24	61.969.768,20	302.558.280,04	90.767.484,01	211.790.796,03
2013	396.659.391,47	67.432.096,55	329.227.294,92	98.768.188,48	230.459.106,44
2014	423.107.846,27	71.928.333,87	351.179.512,40	105.353.853,72	245.825.658,68
2015*	452.782.798,00	76.973.075,66	375.809.722,34	112.742.916,70	263.066.805,64

\*Corresponde a datos proyectados por Vías Bolivia en su presupuesto Plurianual.

Tabla 4-1 Cuadro histórico de transferencias percibidas por peaje (Ref. Gnaf. ABC)

En la actualidad la disponibilidad de 127 estaciones de cobro de peaje presentan desde mínimas condiciones de habitabilidad y laborales hasta estaciones con condiciones regulares a buenas y con sistemas informatizados de datos. Sin embargo en todos los casos no presentan sistemas que permitan el control cruzado de lo recaudado o mecanismos de control que permitan reducir los problemas actuales de los peajes dados por: evasión, falso destino, falsa declaración del transportista, falsa declaración de vehículos cobrado y de circulación de específicos tipos de vehículo los cuales generan grandes pérdidas por concepto de recaudación ya que solamente por evasión se tiene 35 % de pérdida; ([http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/economia/20140523/vias-bolivia-implementara-cinco-puntos-de-cobro-de-peaje-automatizados-por-255908\\_560201.html](http://www.lostiempos.com/diario/actualidad/economia/20140523/vias-bolivia-implementara-cinco-puntos-de-cobro-de-peaje-automatizados-por-255908_560201.html)); esto se debe a que el 68% de la ubicación de los actuales retenes no evita la evasión; además a ello hay que considerar que el 39% de los retenes actuales se encuentran dentro de perímetro urbano. Esta situación genera que los montos recaudados por concepto de peaje sean insuficientes para el adecuado mantenimiento.



56



Como complemento, en el Anexo IV se presentan las partes relevantes del estudio “Determinación de tarifas óptimas de peaje para la Red Vial Fundamental” realizado por la empresa consultora CPS Belmonte.

#### **4.2 Automatización de los Sistemas de Cobro de Tasa de Peaje.**

Las estaciones de cobro de Tasa de Peaje, que actualmente están en funcionamiento en la RVF, han tenido de manera gradual la integración de dispositivos y sistemas para mejorar y automatizar los procesos de cobro de tasa de PEAJE. En algunos casos hubo una migración desde lo que fue el cobro manual, actualmente aun en uso en nuestra RVF, a sistemas de recaudación de peaje TCS con implementación básica de dispositivos hasta sistemas electrónicos de recaudación de peajes ETCS donde existen distintos mecanismos para semiautomatizar los procesos de cobro de peaje por medio de sistemas de auditoría para cobros manuales hasta sistemas de paso libre a velocidad constante. En todos los casos esta evolución ha sido heterogénea y no se ha implantado de manera masiva en todas las estaciones.

Dada la situación actual de las estaciones de cobro de tasa de PEAJE, detalladas en los párrafos anteriores, entendemos necesario una uniformización y modernización integral de las instalaciones de los sistemas electrónicos de cobro de la tasa de PEAJE – ETCS. Consideramos importante destacar la necesidad de comenzar con la implementación de un sistema de cobro manual incorporando sistemas de auditoría y control y posteriormente evolucionar a sistemas más modernos como es el cobro por telepeaje mediante el prepago o post pago usando tags pasivos o tags activos. Este proceso se deberá implementar de manera gradual y escalable en el tiempo con el objetivo de:

- Reducir las malas categorizaciones vehiculares, involuntarias o voluntarias y por ende la reducción de la recaudación.
- Mejorar los tiempos de respuesta de la operación de cobro de la tasa de PEAJE.
- Descongestionar las estaciones de cobro de tasa de PEAJE.
- Reducir el contacto directo operador-transportista.
- Implementar mecanismos automatizados para realizar una auditoría en línea y posterior de los procesos de cobro de peaje.
- Reducir la probabilidad de errores humanos en el cobro de peaje.



**Figura 4-2 Estación Tipo de cobro de peaje manual y telepeaje (Cobro Electrónico)**

Considerando que se realizará un cambio gradual en la lógica de cobro de la tasa de peaje, se considera que el mejoramiento debe pasar por una etapa de cobro manual, y posteriormente mixto, es decir modos de cobro tanto manual como automático.

El cobro manual se verá fortalecido por sistemas de clasificación vehicular de manera automática que permitirán auditar, la determinación de la tasa de peaje definida por el recaudador, eliminando la susceptibilidad de mala categorización por parte del funcionario.

En caso de ser cobro automático, es el sistema quien por medio de la adquisición de información desde el vehículo (tag, activo o pasivo) realizará el correspondiente debito permitiendo que el vehículo circule de manera constante a través del peaje.

#### 4.3 Equipamiento Para Automatización del Control y Cobro de las Estaciones De Cobro De Tasa De Peaje

Para el diseño de un sistema automatizado de control y cobro de una estación de peaje, se debe visualizar el sistema en tres niveles:

- **Nivel de Vía.** Es en este nivel donde se realizan las transacciones con los vehículos que pasan por la vía. En este nivel, se operan los sensores de vía que controlan el paso de los vehículos. También es donde se desarrolla la interface con el operador cobrador y/o eventualmente las operaciones con los sensores detectores de los sistemas de cobro electrónico de las vías automáticas.
- **Nivel de Estación.** En este nivel se centralizan los controles y el funcionamiento general de la estación. Se controlan y registran los estados de funcionamiento de las vías, la administración, la tesorería y la generación de reportes generales a nivel de la estación.
- **Nivel Centro de Control.** Es el sistema Central, el que administra el funcionamiento de un conjunto de estaciones de peaje.

Un criterio importante al diseñar un Sistema de Control y Cobro de la Tasa de Peaje son los controles anti fraude. Estos controles se deben desarrollar en los tres niveles del Sistema de Control y Cobro.

A **Nivel de Vía**, el sistema diseñado debe ser capaz de contabilizar de manera automática el pasaje de los vehículos que circulan por la vía. Debe existir a nivel de vía un doble registro de la transacción del vehículo al que se le cobra el peaje. Es decir que a todo vehículo que pasa por la vía, el cajero debe ingresar la categoría. De manera automática el sistema deberá validar esa categorización y en caso de discrepancia, registrar la violación y pasar el evento al Supervisor que opera el sistema al **Nivel de Estación**.

Tanto a Nivel de Vía como a Nivel de Estación, los sistemas deben ser capaces de registrar eventos como intento de desconectar equipos, pagar vías y eventualmente apagar toda la estación. De esta manera se aseguran los registros para los controles y auditorías de los diferentes niveles de responsabilidad.

Para la implementación del sistema de control y cobro que cumpla con los requisitos recién detallados, es necesaria la implementación de los siguientes dispositivos activos:

a) Equipamiento de la Estación.

- **Servidor del Peaje.** Es el centro de control y de almacenaje de toda la información generada en la estación de cobro de tasa de peaje. Este servidor es el que se interconecta con el Centro de Control del Sistema ITS localizado en las oficinas de la ABC. En este servidor se instala el Sistema Operativo y el administrador de las bases de datos de la estación. Es el equipo que administra el flujo de información de las vías de cobro y de todas las terminales de la estación.



- Conexión con el Centro de Control. Es el sistema de enlace dedicado a la transmisión de datos e imágenes desde el servidor del peaje y el servidor central del Centro de Control.
- Terminal de supervisión. Es la terminal desde la que el supervisor de turno monitorea el funcionamiento y lo que ocurre en cada vía.

b) Equipamiento de vía de cobro manual.

En este punto se describen los elementos básicos necesarios para una automatización del control del funcionamiento de la vía de una estación de cobro de tasas de peaje manual.

- Controlador de vía. Es una PC que controla el paso y la categoría de los vehículos que transitan, calcula la tarifa de acuerdo con la categoría, fecha y hora, acumula las cantidades de vehículos totales cobrados, controla los sensores, verifica la habilitación de los operadores, captura y almacena imágenes, etc. Este controlador debe estar conectado permanentemente con el servidor de la estación y con la terminal del supervisor.
- Monitor de vía. Es la interface entre el sistema y el operador de la vía.
- Teclado de vía. Es el medio a través del cual el operador interactúa e ingresa información al sistema. Estos teclados, generalmente tienen teclas exclusivas para la operación y cobro del peaje.
- Impresora ticket. Genera los comprobantes de pago y/o paso.
- Controlador DAC (detector automático de categoría). Este procesador, permite controlar de manera permanente el estado de los sensores que clasifican (cantidad de ejes y neumáticos por ejes) los vehículos que circulan por la vía de cobro.
- Sensores de ejes y neumáticos. Son sensores de tipo piezoeléctrico que detectan la cantidad de ruedas por eje y la cantidad de ejes del vehículo que pasa por la vía.
- Detector vehicular. Es un lazo de inducción embutido en el pavimento que permite detectar el paso del vehículo por la vía.
- Cámaras de video. Se deben disponer un número de cámaras de manera tal que se pueda captar la imagen frontal del vehículo, su matrícula y el lateral del vehículo, de manera de verificar su categoría (cantidad de ejes y neumáticos).
- Sistemas de información. Para facilitar la interacción de los usuarios con el sistema de cobro, las vías deben contar con:
  - semáforos de paso y barrera. El primero informa si el vehículo está habilitado a continuar y la barrera le da o no paso.
  - semáforo de vía. Indica si la vía está habilitada para el cobro.
  - Display exterior. Da información al usuario de la categoría y tarifa cobrada.
  - Alarma acústica. Estos dispositivos alertan al supervisor la ocurrencia de eventos especiales en una vía.

c) Equipamiento de vía de cobro automático.

Las vías de cobro automático, mediante sistemas con Tag ya sea pasivo o activo, a los elementos ya indicados, se le debe agregar los siguientes elementos:

- Antena de RFID que es la que detecta el tag y
- Un separador óptico del vehículo.

Una consideración especial merecen los software que aseguran el funcionamiento de la vía y la supervisión de la estación de cobro de la tasa de peaje.

d) Software de vía.

El sistema registra y almacena todas las operaciones necesarias para el cobro de las tasas de tránsito de cada uno de los vehículos que circulan por la vía. Asimismo, está interconectado con el servidor de la estación enviando los datos almacenados y recibiendo información relativa a la configuración del sistema, mensajes para el operador, cotizaciones de moneda o cambios de tarifa. El software de vía registra el ingreso del usuario habilitado a trabajar en la vía, el estado de la vía en cada momento, el control del estado de funcionamiento de cada elemento que conforma la vía, registro de las acciones realizadas por el operador en la vía, etc.

e) Software de supervisión.

El sistema a nivel de supervisión, controla lo que ocurre en las vías e interactúa con las vías. Es quien administra los usuarios habilitados en las vías, realiza las altas y bajas de clientes, cuentas y vehículos, administra turnos de trabajo, controla el cierre de lo recaudado en cada turno y en cada vía y hace los cierres de caja, realiza reportes de operación, etc.

En la siguiente figura se muestra a modo representativo un diagrama tipo de una vía de cobro automática y manual.

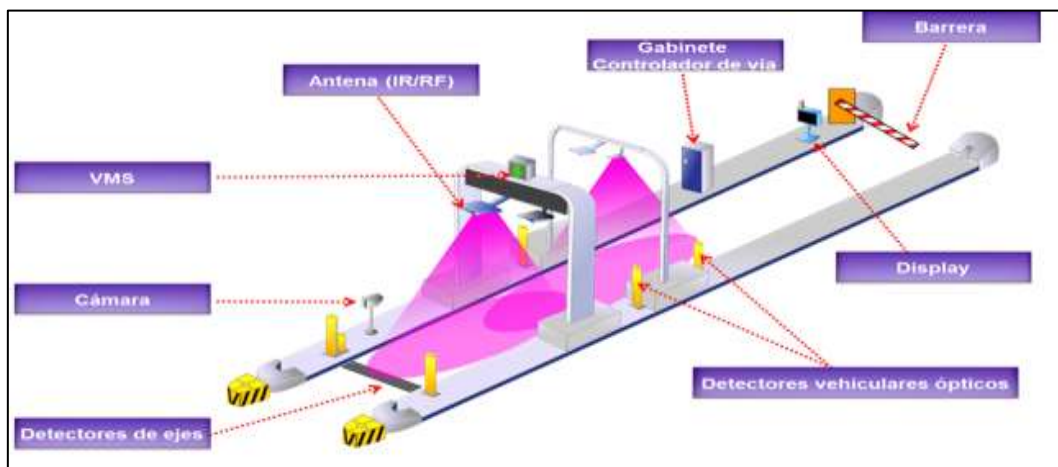


Figura 4-3 Componentes de un sistema electrónico de cobro de peaje

#### 4.4 Consideraciones Preliminares Para Una Implementación Del Sistema Inteligente De Cobro De Tasa De Peaje Efectiva

Para asegurar un adecuado funcionamiento del Sistema Inteligente de Cobro de la Tasa de peaje y el uso del mismo en toda su potencialidad, se debe considerar simultáneamente a la implementación los siguientes aspectos:

- **Actualizar Normativa**, para un respaldo técnico jurídico de la aplicación del nuevo modo de cobro de peaje (considerando un paso a futuro cercano al telepeaje), debe actualizarse su normativa, tal que considere la implementación de sistemas de cobro de peaje con mecanismos de auditoria y sistemas automáticos de cobro de peaje; emisión de multas ante evasiones o uso inadecuado de carriles de flujo libre; interrupción vehicular por concepto de moras u otros ejemplos de mecanismos que aseguren una adecuada y efectiva operación del sistema inteligente de cobro de tasa de peaje.
- **Asegurar conectividad de las estaciones**, es necesario asegurar de manera preliminar el funcionamiento de la etapa **Transmisión de Datos** lo cual permitirá no solo débitos automáticos a cuentas de los usuarios y otras aplicaciones; si no también dar mecanismos de seguridad de la información adecuadas y procesamiento de los datos generados, permitiendo además la conexión de los peajes a centros de monitoreo y almacenamiento remoto de la información.
- **Asegurar la efectividad de lectura de tags** (para la implementación de sistemas con telepeaje), debido a que los actuales tags implementados en el universo de vehículos a nivel nacional, no presentan un suficiente nivel de efectividad en su funcionamiento y lectura, principalmente a altas velocidades; posponiendo la implementación y uso de arcos de control en carreteras ante una posible ineffectividad de operación así como su aplicación en estaciones de cobro de tasa de peaje; sin embargo las adecuaciones e instalaciones de estaciones que se realicen deben prever dicha escalabilidad de tecnología y aplicación.
- **Realización de un empadronamiento nacional**, debe considerarse la pertinencia de realizar un empadronamiento que permita determinar los datos generales y específicos de los vehículos y usuarios, situación crítica principalmente para un futuro telepeaje.
- **Tarifarios y sus categorizaciones vehiculares**, la coexistencia de dos distintos tipos de categorización vehicular en la misma Red Vial Fundamental complica la implementación de un sistema de cobro electrónico pudiendo crear susceptibilidades al usuario. Es necesario la readecuación de los tarifarios cuyos cobros son realizados por destino previo a la implementación del Sistema Inteligente de Cobro de Tasa de PEAJE.

#### **4.5 Implementación Del Sistema Inteligente De Cobro Del Tasa De Peaje**

Subsanadas las consideraciones preliminares para el tramo a ser implementado el Sistema Inteligente de Cobro de Tasa de peaje, se identifican para su implementación, las siguientes acciones:

- **Readecuación e implementación de sistemas de auditoría en los actuales puntos de cobro de tasa de peaje** lo cual permitirá reducir las pérdidas en el peaje producidas por errores o fraudes del personal operativo y fraudes generados por los transportistas ya sean por falso destino u otros, así como mejorar la eficiencia de los mismos, incrementando por ende la recaudación, reducir el uso de efectivo para el cobro incentivando el uso de tarjetas como etapa preliminar y preparando a la sociedad para la implementación de un sistema plenamente automático.
- **Implementación de sistemas automáticos – Telepeaje**, etapa de implementación a posteriori, el cual permitirá además de los beneficios ya indicados, mejorar los tiempos de atención por medio del débito automático desde un dispositivo pasivo o activo transportado por el vehículo.

#### **4.6 Determinación De Las Ubicaciones Para Las Estaciones De Cobro De Tasa De Peaje**

En el Anexo V, se presenta la metodología seguida para determinar la localización de las estaciones de peaje. Este trabajo, toma como base, los Índices Multicriterios elaborados en su momento por Vías Bolivia. En particular se presenta en detalle la localización seleccionada para los puestos en el Corredor Bioceánico. En otro capítulo se presenta de forma general las posibles localizaciones de los puestos de cobro en el resto del a RVF. Para un estudio más detallado de la localización, se deberá realizar previamente un relevamiento estadístico del tránsito en la RVF.

#### **4.7 Determinación De Ubicaciones De Estaciones De Tasa De Peaje en el Corredor Bioceánico.-**

A continuación presentamos los resultados de la aplicación del Índice Multicriterio en la priorización de localizaciones para el emplazamiento de las estaciones de peaje o los dispositivos o arcos de control, en cada uno de los tramos viales del Corredor Bioceánico.

##### **a) Tramo LA PAZ – CARACOLLO.-**

La priorización de localizaciones para el emplazamiento de las estaciones de peaje o arcos de control, en el tramo Achica Arriba-Caracollo, resultado de la aplicación del IME, se muestra en la Tabla

### RESULTADOS DE PRIORIZACIÓN TRAMO LA PAZ-CARACOLLO

	C1: CRITERIO TÉCNICO	INDICE	C2: CRITERIO SOCIAL	INDICE	C3: CRITERIO ECONOMICO	INDICE	PONDERACION FINAL	IM
1	Patacamaya	0,79	Patacamaya	0,51	Achica arriba	0,90	Patacamaya	0,66
2	Sica Sica	0,79	Lahuachaca	0,37	Caracollo	1,00	Achica Arriba	0,58
3	Lahuachaca	0,79	Achica Arriba	0,31	Patacamaya	0,66	Lahuachaca	0,54
4	Belen	0,79	Villa remedios	0,31	Konani	0,50	Sica Sica	0,51
5	Achica Arriba	0,55	Caracollo	0,30	Pan duro	0,50	Belen	0,49
6	Villa remedios	0,55	Sica Sica	0,27	Eucaliptus	0,50	Villa remedios	0,43
7	Calamarca	0,55	Konani	0,19	Tolar (villa loza)	0,40	Caracollo	0,39
8	San Antonio	0,55	Panduro	0,19	Villa remedios	0,40	San Antonio	0,36
9	Vilaque	0,55	Belen	0,18	Calamarca	0,40	Calamarca	0,36
10	Tolar (villa loza)	0,55	Eucaliptus	0,09	San Antonio	0,40	Vilaque	0,36
11	Caracollo	0,00	Calamarca	0,08	Vilaque	0,40	Tolar (villa loza)	0,35
12	Konani	0,00	San Antonio	0,08	Sica Sica	0,39	Konani	0,21
13	Pan duro	0,00	Vilaque	0,07	Lahuachaca	0,39	Pan duro	0,21
14	Eucaliptus	0,00	Tolar (villa loza)	0,04	Belen	0,39	Eucaliptus	0,18

Tabla 4 -2

Las localizaciones priorizadas, resultantes de la aplicación del IM, son la de Patacamaya y Achica Arriba. Patacamaya ubicada en el cruce de la RF-04 que conduce a Tambo Quemado la frontera con Chile. Achica Arriba es el inicio del tramo analizado.

Caracollo, que está al final del tramo de análisis, se ubica en séptimo lugar luego de varias poblaciones que tienen un IM semejante (Lahuachaca, Sica Sica, Belen, Villa Remedios). La población con menor puntaje en el IM es la de Eucaliptus.

Por el resultado de la aplicación IM y por su ubicación estratégica para el cobro y control de peaje en el tramo, se emplazaran estaciones convencionales en las poblaciones de Patacamaya y Achica Arriba. En Patacamaya, las estaciones que se emplacen deben cubrir los diferentes sentidos del tráfico producto de la intersección de las RF-01 Y la RF-04.

Cerca de Caracollo, es necesario emplazar una estación convencional sobre la RF-1, para el cobro/control del tráfico hacia/desde la ciudad de Oruro.

**b) Tramo TAMBO QUEMADO-PATACAMAYA.-**

La priorización de localizaciones, resultado de la aplicación del Índice Multicriterio (IM) en las poblaciones del tramo Tambo Quemado-Patacamaya se muestra en la Tabla:

**RESULTADOS PRIORIZACIÓN TRAMO TAMBO QUEMADO-PATACAMAYA**

	C1: CRITERIO TECNICO	INDICE	C2: CRITERIO SOCIAL	INDICE	C3: CRITERIO ECONÓMICO	INDICE	PONDERACION FINAL	IM
1	Patacamaya	0,70	Patacamaya	0,51	Patacamaya	1,00	Patacamaya	0,73
2	Tambo Quemado	0,45	C. Carangas	0,06	Tambo Quemado	0,97	Tambo Quemado	0,48
3	Lagunas	0,44	Cañaviri	0,05	C. Carangas	0,73	Cosapa	0,39
4	Cosapa	0,44	Umala	0,04	Cosapa	0,69	Lagunas	0,32
5	Santiago de Callapa	0,38	Santiago de Callapa	0,04	Lagunas	0,45	Cañaviri	0,29
6	Umala	0,38	Tambo Quemado	0,02	Cañaviri	0,42	Umala	0,29
7	Cañaviri	0,38	Cosapa	0,02	Umala	0,42	Santiago de Callapa	0,29
8	C. Carangas	0,07	Sajama	0,01	Santiago de Callapa	0,42	C. de Carangas	0,26
9	Sajama	0,07	Lagunas	0,01	Sajama	0,33	Sajama	0,13

**Tabla 4-3**

Las localizaciones priorizadas, resultantes de la aplicación del IM, son la de Patacamaya y Tambo Quemado. Las poblaciones ubicadas al inicio y fin del tramo analizado.

En tercer lugar se ubica la localización de Cosapa. La Población ubicada en el cruce con la RF-27 de la RVF. Luego se ubican varias poblaciones con valores IM resultante semejantes o con escasa diferencia: Lagunas, Cañaviri, Umala, Santiago de Callapa y Curaguara de Carangas. La localización con menor IM es la población de Sajama.

Por el resultado de la aplicación IM y por su ubicación estratégica para el cobro y control de tramos, se emplazaran estaciones convencionales cerca de las poblaciones de Patacamaya y Tambo Quemado.

**c) Tramo CARACOLLO-COCHABAMBA.-**

Los resultados de la aplicación del Índice Multicriterio (IM) en las poblaciones del tramo Caracollo-Cochabamba, se muestra en las siguiente Tabla:

## RESULTADOS PRIORIZACIÓN TRAMO CARACOLLO-COCHABAMBA

	C1: CRITERIO TECNICO	INDICE	C2: CRITERIO SOCIAL	INDICE	C3: CRITERIO ECONOMICO	INDICE	PONDERACION FINAL	IM
1	Parotani	1,00	Caracollo	0,30	Suticollo	0,88	Parotani	0,64
2	Suticollo	0,66	Parotani	0,31	Caihuasi	0,72	Suticollo	0,60
3	Confital	0,29	Suticollo	0,26	Caracollo	0,61	Caihuasi	0,33
4	Challa Arriba	0,29	Challa Grande	0,21	Parotani	0,50	Caracollo	0,27
5	Challa Grande	0,29	Challa Arriba	0,15	Confital	0,23	Challa Grande	0,23
6	Pongo	0,29	Confital	0,15	Challa Arriba	0,23	Confital	0,23
7	Pairumani Alto	0,29	Pairumani Alto	0,15	Challa Grande	0,23	Pairumani Alto	0,23
8	Caihuasi	0,25	Pongo	0,15	Pongo	0,23	Challa Arriba	0,23
9	Lequepalca	0,25	Lequepalca	0,11	Pairumani Alto	0,23	Pongo	0,23
10	Caracollo	0,00	Ocotavi (Caihuasi)	0,06	Lequepalca	0,22	Lequepalca	0,20

Tabla 4-4

Las localizaciones priorizadas, según el IM, son la de Parotani y Suticollo, ubicadas colindantemente al ingreso al área metropolitana de la ciudad de Cochabamba<sup>1</sup>. Luego otras dos localizaciones colindantes, correspondientes a las poblaciones de Caihuasi y Caracollo que son cercanas a las intersecciones de las rutas RF-12 y RF-1 que conectan la ruta RF-4 con la ciudad de Oruro.

El valor IM de Caihuasi y Caracollo es significativamente menor a las de Parotani y Suticollo. En el caso de Caihuasi el IM es bajo porque la localización pertenece a un municipio menor y una comunidad. En el caso de Caracollo, el tráfico vehicular registrado es el menor de la ruta, porque hay una intersección previa de las rutas RF-1 y RF-4 que divide el tráfico vehicular hacia las ciudades de Oruro y Cochabamba, respectivamente. Las otras poblaciones identificadas en la ruta presentan valores IM bastante semejantes: Challa Grande, Confital, Pairumani Alto, Challa Arriba, Pongo. La localización con menor IM es la población de Lequepalca.

Por el resultado de la aplicación IM se emplazaran estaciones convencionales en las poblaciones de Suticollo y Parotani. Se adecuará la estación de Suticollo como estación metropolitana, a semejanza de Huayllani; y se emplazará una nueva estación de peaje entre Parotani y Aguirre en sentido de la población de Santibáñez por donde pasará el par vial Caracollo-Colomi. En la población de Caihuasi funcionará una estación de peaje convencional, por la ubicación estratégica de esta localización (reflejado en el Índice económico).

<sup>1</sup> En el presente análisis se han excluido los municipios del área metropolitana de la ciudad de Cochabamba: Vinto, Quillacollo, Colcapirhua y Cochabamba. En el tercero existe una estación de peaje.

**d) Tramo COCHABAMBA-SANTA CRUZ.-**

Los resultados de la aplicación del Índice Multicriterio (IM) en las poblaciones del tramo Cochabamba-Santa Cruz, se muestra en las siguiente Tabla:

**RESULTADOS PRIORIZACIÓN TRAMO COCHABAMBA-SANTA CRUZ**

	C1: CRITERIO TECNICO	INDICE	C2: CRITERIO SOCIAL	INDICE	C3: CRITERIO ECONÓMICO	INDICE	PONDERACION FINAL	IM
1	Naranjal	0,88	Montero (Puesto Méndez)	1,00	Naranjal	1,00	Naranjal	0,95
2	Puente Chimore	0,66	Warnes (Naranjal)	1,00	Puesto Méndez	0,63	Puesto Méndez	0,73
3	Puesto Méndez	0,61	Yapacani	0,99	Aguirre	0,73	Yapacani	0,51
4	V. 14 de Septiembre	0,46	Portachuelo (Palometillas)	0,57	Ivirgarzama	0,54	Chimore	0,46
5	Shinahota	0,46	Ivirgarzama	0,57	Yapacani	0,47	Ivirgarzama	0,45
6	Palometillas	0,38	Entre Ríos	0,45	Villa Tunari	0,45	Aguirre	0,45
7	Ivirgarzama	0,38	Villa Tunari	0,40	Chimore	0,34	Palometillas	0,41
8	Aguirre	0,37	Santa Fe de Yapacani	0,38	Shinahota	0,29	V. 14 de Septiembre	0,38
9	Colomi	0,37	Valle Sacta	0,37	V. 14 de Septiembre	0,29	Shinahota	0,36
10	Valle Ivirsá	0,30	V. 14 septiembre	0,36	Palometillas	0,29	Villa Tunari	0,36
11	Pto Villarroel	0,30	San Germán	0,36	Valle Ivirsá	0,26	Entre Ríos	0,33
12	Valle Sacta	0,30	Pto Villarroel	0,34	Valle Sacta	0,26	Valle Sacta	0,31
13	Mariposas	0,30	Chimore	0,33	Mariposas	0,26	Pto Villarroel	0,30
14	Entre Ríos	0,30	Bulo Bulo	0,32	Manco Kapac	0,26	Mariposas	0,29
15	Manco Kapac	0,30	Mariposas	0,32	Entre Ríos	0,26	Colomi	0,29
16	Villa Tunari	0,25	Shinahota	0,31	Pto Villarroel	0,26	Valle Ivirsá	0,28
17	Bulo Bulo	0,21	Aguirre	0,30	San Carlos	0,23	Manco Kapac	0,28
18	Ichilo	0,21	Valle Ivirsá	0,29	Buena Vista	0,23	Ichilo	0,26
19	Yapacani	0,18	Manco Kapac	0,28	Santa Fe de Yapacani	0,23	Bulo Bulo	0,25
20	Santa Fe de Yapacani	0,15	Colomi	0,25	Colomi	0,23	Santa Fe de Yapacani	0,25
21	San Carlos	0,15	San Carlos	0,24	Bulo Bulo	0,22	San Carlos	0,20
22	Buena Vista	0,15	Buena Vista	0,20	San Germán	0,22	Buena Vista	0,19
23	Candelaria	0,04	Corani	0,14	Corani	0,15	Corani	0,11
24	Corani	0,04	Candelaria	0,12	Candelaria	0,15	Candelaria	0,10

Tabla 4-1



Las localizaciones priorizadas según el IM son, de mayor a menor, Naranjal, Puesto Méndez y Yapacani, ubicadas todas en el tramo correspondiente al departamento de Santa Cruz y en sentido hacia la ciudad de Cochabamba.<sup>2</sup>

A continuación se ubican tres localizaciones del departamento de Cochabamba: Chimore, Ivirgarzama (de la zona del chapare) y Aguirre (al inicio de la ruta). Y una del departamento de Santa Cruz: Palometillas.

Luego se ubican diez localizaciones del trópico cochabambino diferenciadas apenas por un rango de 0,10 puntos (de 0,38 a 0,28). Las localizaciones con menor IM son Corani y Candelaria, todas ubicadas en el tramo de Cochabamba.

El resultado de la aplicación IM viene a confirmar el emplazamiento o ubicación de las actuales estaciones de peaje existentes en la ruta. Seis de las siete localizaciones priorizadas son actualmente estaciones de Peaje y la estación de San Carlos está ubicada a unos diez kilómetros de Yapacani, por lo que todas las localizaciones priorizadas estarían actualmente cubiertas.

#### e) Tramo SANTA CRUZ-PUERTO SUAREZ.-

Los resultados de la aplicación del Índice Multicriterio (IM) en las poblaciones del tramo Santa Cruz-Puerto Suarez, se muestra en las siguiente Tabla:

#### RESULTADOS PRIORIZACIÓN TRAMO SANTA CRUZ-PUERTO SUAREZ

	C1: CRITERIO TÉCNICO	ÍNDICE	C2: CRITERIO SOCIAL	ÍNDICE	C3: CRITERIO ECONÓMICO	ÍNDICE	PONDERACIÓN FINAL	IM
1	Cotoca	1,00	Cotoca	1,00	Cotoca	1,00	Cotoca	0,98
2	Enconada	0,45	Puerto Suarez	0,70	Puerto Suarez	0,50	Pailón	0,46
3	Puerto Pailas	0,45	San José de Chiquitos	0,54	Puerto Quijarro	0,50	Puerto Ibáñez	0,36
4	Pailón	0,45	Pailón	0,52	Pailón	0,43	Puerto Suarez	0,35
5	Puerto Ibáñez	0,45	Puerto Quijarro	0,46	Puerto Ibáñez	0,43	San José de Chiquitos	0,35
6	Tres cruces	0,25	Roboré	0,42	San José de Chiquitos	0,33	Puerto Pailas	0,31
7	Pozo del Tigre	0,23	Puerto Pailas	0,27	Enconada	0,18	Enconada	0,31

<sup>2</sup> Para efectos de análisis se han excluido los municipios de Cochabamba y Santa Cruz.

	<b>C1: CRITERIO TÉCNICO</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>C2: CRITERIO SOCIAL</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>C3: CRITERIO ECONÓMICO</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PONDERACIÓN FINAL</b>	<b>IM</b>
<b>8</b>	Tuna	0,22	Enconada	0,25	Puerto Pailas	0,18	Puerto Quijarro	0,29
<b>9</b>	El Tinto	0,22	Tres cruces	0,24	Taperas	0,11	Tres cruces	0,20
<b>10</b>	Quimome	0,22	El Tinto	0,21	Ipias	0,11	Pozo del Tigre	0,18
<b>11</b>	San José de Chiquitos	0,22	Pozo del Tigre	0,21	Chochis	0,11	El Tinto	0,18
<b>12</b>	Taperas	0,22	Quimome	0,20	Tres cruces	0,08	Quimome	0,17
<b>13</b>	Ipias	0,22	Puerto Ibáñez	0,19	Pozo del Tigre	0,08	Tuna	0,17
<b>14</b>	Chochis	0,05	Tuna	0,18	Tuna	0,08	Taperas	0,16
<b>15</b>	Roboré	0,03	Taperas	0,15	El Tinto	0,08	Ipias	0,16
<b>16</b>	Aguas Calientes	0,03	Ipias	0,13	Quimome	0,08	Roboré	0,15
<b>17</b>	San Lorenzo Nuevo	0,03	El Carmen	0,11	Roboré	0,04	Chochis	0,79
<b>18</b>	Estancia Naranjos	0,03	Chochis	0,09	Aguas Calientes	0,04	El Carmen	0,06
<b>19</b>	Candelaria	0,03	Aguas Calientes	0,07	San Lorenzo Nuevo	0,04	Aguas Calientes	0,05
<b>20</b>	Santa Ana de Chiquitos	0,03	Estancia Naranjos	0,07	Estancia Naranjos	0,04	Estancia Naranjos	0,05
<b>21</b>	El Carmen	0,03	San Lorenzo Nuevo	0,07	Candelaria	0,04	San Lorenzo Nuevo	0,05
<b>22</b>	San Silvestre	0,03	Santa Ana de Chiquitos	0,02	Santa Ana de Chiquitos	0,04	Santa Ana de Chiquitos	0,03
<b>23</b>	Puerto Suarez	0,00	Candelaria	0,02	El Carmen	0,04	Candelaria	0,03
<b>24</b>	Puerto Quijarro	0,00	San Silvestre	0,02	San Silvestre	0,04	San Silvestre	0,03

Tabla 4-2

La localización priorizada en este tramo de la ruta, según el cálculo del IM, es Cotoca, en cuyo ingreso se emplazó en la gestión 2013 la estación de Guapilo como parte del proyecto doble vía Santa Cruz Cotoca.

La segunda localización priorizada es la de Pailón, que actualmente carece de una estación de peaje adecuada al volumen de tráfico vehicular que se debe controlar. Por lo que el proyecto emplazara una nueva estación de peaje por esta localización o lugar.

## ESTACIONES DE COBRO DE TASA DE PEAJE PROPUESTAS – CORREDOR BIOCEÁNICO

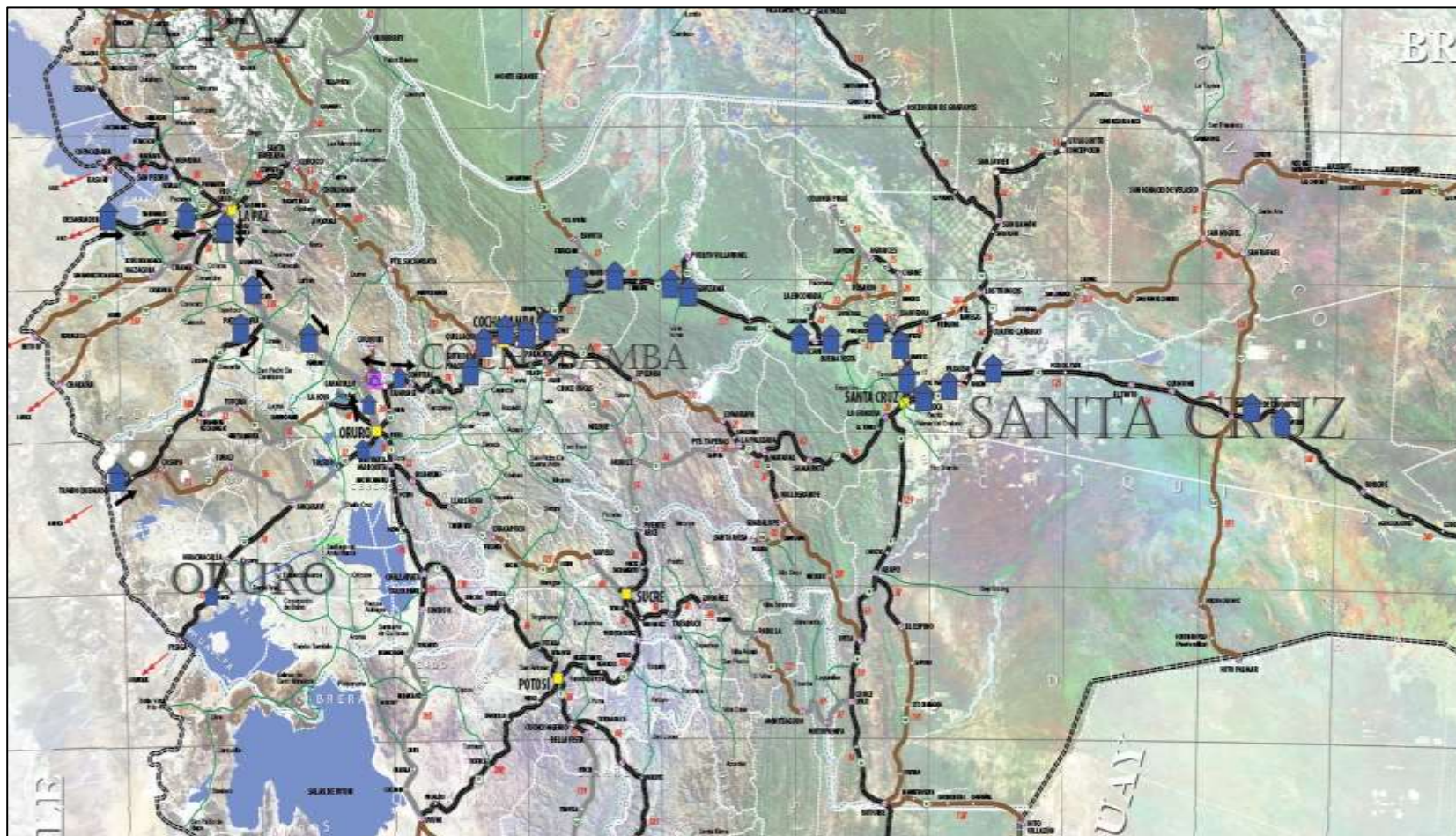


Figura 4-1



Así mismo se presenta a continuación el mapa de ubicación, creación y readecuación de estaciones de cobro de tasa de peaje en la Red Vial Fundamental por medio de la aplicación de la metodología del IM:



**Figura 4-2 Estaciones de cobro de tasa de peaje en la Red Vial Fundamental**

### Ubicación de las Estaciones de Cobro de Tasa de Peaje en la Red Vial Fundamental.

Nº	RUTA	ESTACIÓN DE PEAJE	TRAMO DE COBRO	ESTADO INFRAESTRUCTURA
1	1	DESAGUADERO	DESAGUADERO - EL ALTO	NUEVO
2	1	LAJA	EL ALTO – DESAGUADERO	REUBICACIÓN
3	1	ACHICA ARRIBA	EL ALTO – PATACAMAYA	REUBICACIÓN
4	1	PATACAMAYA B	PATACAMAYA - EL ALTO	NUEVO
5	1	SICASICA	PATACAMAYA – ORURO	NUEVO
6	1	SAN PEDRO	ORURO - PATACAMAYA	REUBICACIÓN
7	1	VICHULOMA	ORURO - CHALLAPATA	ADECUACIÓN
8	1	CHALLAPATA	CHALLAPATA- MACHAMARQUITA	ADECUACIÓN
9	1	CHALLAPATA II	CHALLAPATA - POTOSÍ	NUEVO
10	1	SAN ANTONIO	POTOSÍ - CHALLAPATA	NUEVO
11	1	PLAHIPÓ I	POTOSÍ - CUCHU INGENIO - POTOSI	ADECUACIÓN
12	1	LECORI	CUCHU INGENIO - TARIJA	REUBICACIÓN
13	1	SANTA BARBARA	TARIJA - CUCHU INGENIO	NUEVO
14	1	SUNCHUHUAYCO	TARIJA - BERMEJO	NUEVO
15	1	PUENTE INTERNACIONAL	BERMEJO - TARIJA	REUBICACIÓN
16	2	COPACABANA	KASANI - HUARINA	NUEVO
17	2	HUARINA II	HUARINA - KASANI	NUEVO
18	2	HUARINA	HUARINA-EL ALTO	NUEVO
19	2	CORAPATA	EL ALTO - HUARINA	ADECUACIÓN
20	2	AUTOPISTA	LA PAZ-EL ALTO	ADECUACIÓN
21	3	URUJARA	LA PAZ - CARANAVI	REUBICACIÓN
22	3	CARANAVI	CARANAVI - LA PAZ	REUBICACIÓN
23	3	KOAINÉ	CARANAVI - YUCUMO	REUBICACIÓN
24	3	YUCUMO III	YUCUMO - CARANAVI	NUEVO
25	3	YUCUMO	YUCUMO - SAN IGNACIO	NUEVO
26	3	SAN IGNACIO DE MOXOS	SAN IGNACIO DE MOXOS - YUCUMO	NUEVO
27	3	SAN IGNACIO DE MOXOS II	SAN IGNACIO DE MOXOS- TRINIDAD	NUEVO
28	3	IBARE	TRINIDAD-SAN IGNACIO	ADECUACIÓN
29	4	TAMBO QUEMADO	TAMBO QUEMADO - PATACAMAYA	NUEVO
30	4	PATACAMAYA	PATACAMAYA-TAMBO QUEMADO	REUBICACIÓN
31	4	CAIHUASI	CARACOLLO - PAROTANI	ADECUACIÓN
32	4	CAIHUASI II	CAIHUASI-PATACAMAYA	NUEVO

N°	RUTA	ESTACIÓN DE PEAJE	TRAMO DE COBRO	ESTADO INFRAESTRUCTURA
33	4	PAROTANI	PAROTANI - CARACOLLO	NUEVO
34	4	SUTICOLLO	QUILLACOLLO-PAROTANI- QUILLACOLLO	ADECUACIÓN
35	4	COLCAPIRHUA	COCHABAMBA- QUILLACOLLO- COCHABAMBA	OK
36	4	HUAYLLANI	COCHABAMBA-SACABA- COCHABAMBA	OK
37	4	AGUIRRE	SACABA-VILLA TUNARI	ADECUACIÓN
38	4	PADREZAMA	VILLA TUNARI-COLOMI	ADECUACIÓN
39	4	VILLA TUNARI	VILLA TUNARI- IVIRGARZAMA	NUEVO
40	4	IVIRGARZAMA	IVIRGARZAMA-VILLA TUNARI	ADECUACIÓN
41	4	IVIRGARZAMA II	IVIRGARZAMA YAPACANI	NUEVO
42	4	SAN CARLOS II	YAPACANI IVIRGARZAMA	NUEVO
43	4	SAN CARLOS	YAPACANI - GUABIRA	ADECUACIÓN
44	4	PUESTO MENDEZ	GUABIRA - YAPACANI	ADECUACIÓN
45	4	NARANJAL	WARNES-MONTERO- WARNES	ADECUACIÓN
46	4	KM. 17	SANTA CRUZ - WARNES- SANTA CRUZ	ADECUACIÓN
47	4	GUAPILO	SANTA CRUZ - COTOCA	OK
48	4	PAILAS	COTOCA - PARAISO	NUEVO
49	4	CARIBE	PARAISO-SAN JOSE	ADECUACIÓN
50	4	SAN JOSE A	SAN JOSE-PARAISO	ADECUACIÓN
51	4	SAN JOSE B	SAN JOSE-PUERTO SUAREZ	NUEVO
52	4	PUERTO SUAREZ	PUERTO SUAREZ-SAN JOSE	ADECUACIÓN
53	5	UYUNI	UYUNI-POTOSI	ADECUACIÓN
54	5	JAYAC MAYU	POTOSI-UYUNI	ADECUACIÓN
55	5	KARACHIPAMPA	POTOSI- SUCRE	ADECUACIÓN
56	5	YOTALA	SUCRE-POTOSI	REUBICACIÓN
57	5	ZAPATERA (SUNCHU TAMBO)	SUCRE - AIQUILE	NUEVO
58	5	AIQUILE	AIQUILE-SUCRE	REUBICACIÓN
59	5	AIQUILE III	AIQUILE-Saipina	NUEVO
60	5	SAIPINA	SAIPINA-AIQUILE	REUBICACIÓN
61	6	MACHACAMARQUITA	MACHAMARQUITA- LLALLAGUA	NUEVO
62	6	BOMBO	LLALLAGUA- MACHAMARQUITA	NUEVO
63	6	UNCIA	LLALLAGUA-SUCRE	REUBICACIÓN
64	6	KUCHU TAMBO	SUCRE - LLALLAGUA	REUBICACIÓN

N°	RUTA	ESTACIÓN DE PEAJE	TRAMO DE COBRO	ESTADO INFRAESTRUCTURA
65	6	KOCHIS	SUCRE – PADILLA	ADECUACIÓN
66	6	PADILLA I	PADILLA - SUCRE	NUEVO
67	6	PADILLA II	PADILLA - MONTEAGUDO	NUEVO
68	6	CRUCE IPATI	CRUCE IPATI- MONTEAGUDO	NUEVO
69	6	BOYUIBE III	BOYUIBE – HITO VILLAZON	NUEVO
70	6	HITO VILLAZON	HITO VILLAZON-BOYUIBE	NUEVO
71	7	KM. 10	COCHABAMBA- PARACAYA-COCHABAMBA	OK
72	7	PARACAYA	PARACAYA - EPIZANA	ADECUACIÓN
73	7	EPIZANA	EPIZANA-PARACAYA	ADECUACIÓN
74	7	EPIZANA II	EPIZANA-MATARAL	NUEVO
75	7	LA PALIZADA II	LA PALOZADA - EPIZANA	NUEVO
76	7	LA PALIZADA	LA PALIZADA - SAMAIPATA	REUBICACIÓN
77	7	SAMAIPATA	SAMAIPATA – EL TORNO	ADECUACIÓN
78	7	LA ANGOSTURA	EL TORNO - SAMAIPATA	NUEVO
79	7	KM. 22	EL TORNO – SANTA CRUZ – EL TORNO	ADECUACIÓN
80	8	YUCUMO	YUCUMO - RURRENABAQUE	REUBICACIÓN
81	8	RURRENABAQUE	RURRENABAQUE- YUCUMO	REUBICACIÓN
82	8	RURRENABAQUE II	RURRENABAQUE-EL CHORO	NUEVO
83	8	EL CHORO	EL CHORO - RURRENABAQUE	NUEVO
84	8	EL CHORO II	EL CHORO - RIBERALTA	NUEVO
85	8	NUEVA ESPERANZA	RIBERALTA-EL CHORO	REUBICACIÓN
86	8	EL PRADO	RIBERALTA- GUAYARAMERIN	REUBICACIÓN
87	8	GUAYARAMERIN	GUAYARAMERIN- RIBERALTA	NUEVO
88	9	PUERTO - USTAREZ	PTOUSTAREZ - TRINIDAD	NUEVO
89	9	MOCovi	TRINIDAD-PUERTO USTAREZ	ADECUACIÓN
90	9	ELVIRA	TRINIDAD-CASARABE- TRINIDAD	REUBICACIÓN
91	9	GUARAYOS II	GUARAYOS-CASARABE	NUEVO
92	9	GUARAYOS	GUARAYOS-SAN RAMON	ADECUACIÓN
93	9	SAN RAMON	SAN RAMON-GUARAYOS	ADECUACIÓN
94	9	SAN RAMON II	SAN RAMON – PARAISO	NUEVO
95	9	SINAI	PARAISO-SAN RAMON	ADECUACIÓN
96	9	PEDRO LORENZO	SANTA CRUZ - ABAPO	REUBICACIÓN
97	9	ABAPO	ABAPO - SANTA CRUZ	ADECUACIÓN
98	9	ABAPO II	ABAPO - CAMIRI	NUEVO



N°	RUTA	ESTACIÓN DE PEAJE	TRAMO DE COBRO	ESTADO INFRAESTRUCTURA
99	9	CHORETI	CAMIRI - ABAPO	ADECUACIÓN
100	9	IMBOCHI	CAMIRI - BOYUIBE	ADECUACIÓN
101	9	BOYUIBE	BOYUIBE - CAMIRI	ADECUACIÓN
102	9	BOYUIBE II	BOYUIBE - VILLAMONTES	NUEVO
103	9	CHIMEO	VILLAMONTES - BOYUIBE	ADECUACIÓN
104	9	PTE FERROVIARIO	VILLAMONTES - YACUIBA	REUBICACIÓN
105	9	PALMAR CHICO	YACUIBA - VILLAMONTES	ADECUACIÓN
106	10	EL QUISER	SAN RAMON- CONCEPCION	REUBICACIÓN
107	10	SAN IGNACIO	SAN IGNACIO - CONCEPCION	REUBICACIÓN
108	10	SAN VICENTE	SAN IGNACIO-SAN MATIAS	REUBICACIÓN
109	10	SAN MATIAS	SAN MATIAS-SAN IGNACIO	NUEVO
110	10	OKINAWA	MONTERO-LOS TRONCOS- MONTERO	REUBICACIÓN
111	10	GUABIRA	MONTERO - CHANE	REUBICACIÓN
112	10	COLONIA PIRAI	COLONIA PIRAI - GUABIRA	NUEVO
113	11	SANTA ANA	TARIJA - VILLAMONTES	REUBICACIÓN
114	11	PUENTE USTAREZ	VILLAMONTES - TARIJA	REUBICACIÓN
115	11	VILLAMONTES	VILLAMONTES-CAÑADA ORURO	NUEVO
116	11	CAÑADA ORURO (HITO BR-94)	CAÑADA ORURO- VILLAMONTES	NUEVO
117	12	SABAYA	PISIGA - ORURO	NUEVO
118	12	VITO	ORURO - PISIGA	ADECUACIÓN
119	12	CAPACHOS	ORURO - CRUCE OCOTAVI	ADECUACIÓN
120	13	PEÑA AMARILLA	EL CHORO - PORVENIR	REUBICACIÓN
121	13	PORVENIR	PORVENIR-PEÑA AMARILLA	REUBICACIÓN
122	13	VILLA BUSCH	COBIJA-PORVENI-COBIJA	REUBICACIÓN
123	14	PLAHIPÓ II	CUCHU INGENIO - TUPIZA	NUEVO
124	14	REMEDIOS	TUPIZA – VILLAZON	ADECUACIÓN
125	14	YURCUMA	TUPIZA – CUCHU INGENIO	ADECUACIÓN
126	14	MATANCILLAS	VILLAZON - TUPIZA	ADECUACIÓN
127	16	HUARINA III	HUARINA - ESCOMA	NUEVO
128	16	ESCOMA	ESCOMA - HUARINA	NUEVO
129	16	SAN BUENAVENTURA	SAN BUENA AVENTURA - IXIAMAS	NUEVO
130	16	IXIAMAS	IXIAMAS - SAN BUENAVENTURA	NUEVO
131	16	FILADELFIA	PORVENIR-CHIVÉ	REUBICACIÓN

N°	RUTA	ESTACIÓN DE PEAJE	TRAMO DE COBRO	ESTADO INFRAESTRUCTURA
132	16	CHIVÉ	CHIVÉ - PORVENIR	NUEVO
133	17	SAN JOSE III	SAN JOSE-SAN IGNACIO	REUBICACIÓN
134	17	SAN IGNACIO II	SAN IGNACIO – SAN JOSE	NUEVO
135	18	EXTREMA	EXTREMA-COBIJA	NUEVO
136	18	NAREUDA	COBIJA-EXTREMA	NUEVO
137	19	VIACHA	VIACHA-CHARAÑA	REUBICACIÓN
138	19	CHARAÑA	CHARAÑA-VIACHA	NUEVO
139	21	UYUNI II	UYUNI - TUPIZA	NUEVO
140	21	PALALA	TUPIZA - UYUNI	NUEVO
141	22	MATARAL	MATARAL-VALLEGRANDE- MATARAL	ADECUACIÓN
142	22	VALLEGRANDE	VALLEGRANDE - CRUCE IPITA	NUEVO
143	22	CRUCE IPITA	CRUCE IPITA-VALLE GRANDE	NUEVO
144	23	ARANI	PARACAYA-AIQUILE	REUBICACIÓN
145	23	AIQUILE II	AIQUILE-PARACAYA	NUEVO
146	24	CASTILLO	VILLA TUNARI-ISINUTA	REUBICACIÓN
147	26	GUANAY	CARANAVI-MAPIRI	REUBICACIÓN
148	26	MAPIRI	MAPIRI-CARANAVI	NUEVO
149	29	CAMPO PAJOSO	CAMPO PAJOSO - CARAPARI	REUBICACIÓN
150	30	HUARI	CHALLAPATA - UYUNI	ADECUACIÓN
151	30	UYUNI III	UYUNI - CHALLAPATA	NUEVO
152	36	ABAPO III	ABAPO - BOYUIBE	NUEVO
153	36	BOYUIBE IV	BOYUIBE - ABAPO	NUEVO
154	39	CUATRO CAÑADAS	CUATRO CAÑADAS - SAN MIGUEL	NUEVO
155	39	SAN MIGUEL	SAN MIGUEL - CATRO CAÑADAS	NUEVO
156	43	HITO IV	HITO IV - VIACHA	NUEVO
157	43	VIACHA II	VIACHA - HITO IV	NUEVO

Tabla 4-3

## **5 SISTEMA DE RELEVAMIENTO ESTADÍSTICO DE TRÁNSITO DE LA RED VIAL FUNDAMENTAL (RVF)**

En un sistema ITS, un complemento para la planificación y seguimiento del comportamiento del tráfico, son los sistemas de relevamiento estadístico del tránsito. En particular en este proyecto, este sistema es necesario para la determinación de la localización de los futuros puestos de peaje y pesaje en la Red Vial Fundamental.

### **5.1 Objetivo de un Sistema de Relevamiento Estadístico de Tránsito.**

El Sistema de Relevamiento Estadístico de Tránsito tiene como objetivo:

- el de estimar con buen nivel de precisión el volumen de tránsito y sus características,
- conocer el comportamiento histórico del tránsito y prever tendencias
- disponer de información que permita realizar estudios particulares como por ejemplo estudios de seguridad vial, diseño de pavimentos, determinación de la localización de puestos de peaje y pesaje, etc.

### **5.2 Características de los puestos de conteos.**

Los sistemas de conteos de tráfico se clasifican según:

- **Su capacidad de detección.** Donde se agrupan los puestos con peso en movimiento y los puestos que solamente clasifican las categorías de los vehículos.
- Los tipos de configuraciones. Los sistemas se clasifican según el tipo de instalación de sus sensores, pudiendo ser, Loop-Piezo-Loop o Piezo-Loop-Piezo. Los primeros son más utilizados para puestos de conteo y clasificación y los segundos se aplican en los casos que también se quiera pesar.
- **Las características de estacionalidad o permanencia del funcionamiento del puesto.** Generalmente los puestos con pesaje estadístico son de funcionamiento permanente las 24 horas del día los 365 días del año y se complementan con información generada en puestos de tipo estacional u ocasional donde solamente se clasifican y cuentan los vehículos.
- Para la instalación de estos sensores, en cuanto a la geometría de pavimentos y niveles de error que se pueden aceptar son de aplicación las mismas normas vistas para los sistemas de pesajes, la ASTM E 1318-09 y la COST 323.

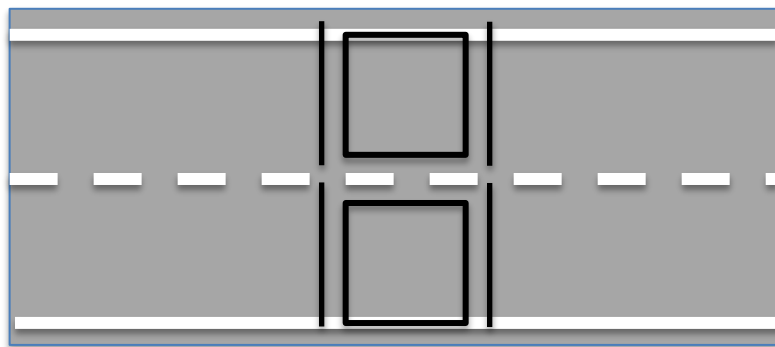
#### **a) Puestos Permanentes.**

Usualmente son puestos de funcionamiento las 24 horas del día los 7 días de la semana. Se caracterizan por estar ubicados sobre vías primarias, de alto volumen de tráfico. La

información que generan son la base de la información para el análisis estadístico del comportamiento de los tránsitos.

Los componentes que se instalan en el pavimento uno o dos sensores piezoeléctricos y dos o una espira, dependiendo del grado de precisión que se desee obtener y si el puesto estará configurado para detectar peso de los ejes de los vehículos que pasan.

Para ejemplificar una configuración tomaremos la configuración Piezo – Loop – Piezo (P-L-P) que es la más utilizada para instalaciones que incluyan la medición de los pesos por eje.



**Figura 5 - 1 Disposición P-L-P**

En los siguientes esquemas se representan los puestos permanentes con pesaje con una configuración, Piezo-Loop-Piezo y la instalación del gabinete donde se localiza la electrónica.



Estos puestos permiten obtener los siguientes datos:

- Volumen de vehículos
- Velocidad
- Longitud entre ejes y total
- Peso por eje y total.

## b) Puestos Estacionales.

Estos puestos complementan la información que se genera en los puestos permanentes. Como su nombre lo indica, son de funcionamiento ocasional, normalmente una semana cada 3 meses en cada punto de control previamente definido.

Tienen como característica que los sensores quedan instalados en el pavimento y su electrónica, es la parte del equipamiento que es portátil.

Sus componentes principales son una configuración Loop-Piezo-Loop (L-P-L) para la instalación de sus sensores.

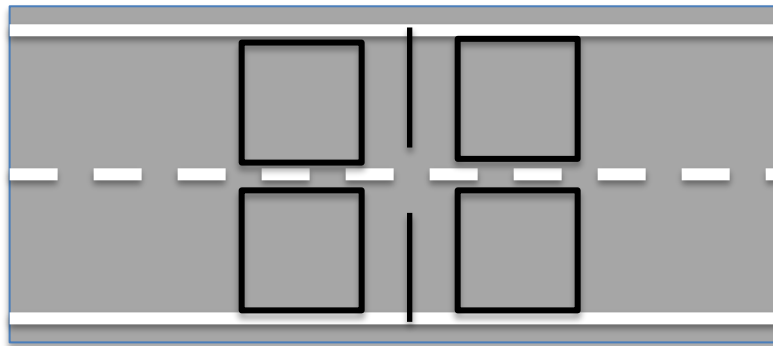


Figura 5-2 Disposición L – P – L



Estos puestos permiten obtener los siguientes datos:

- Volumen de vehículos
- Velocidad
- Longitud entre ejes y total

### **5.3 Reportes Principales.**

A partir de los datos relevados en los puestos permanentes, se obtiene la información base para los tramos de red principal en donde se encuentran instalados estos puestos. Los principales reportes que se procesan son: variaciones diarias y horarias, distribuciones por sentido y por carril, velocidades y longitudes características según tipo de vehículos, pesos medios, totales y por ejes, según tipo de vehículo y los coeficientes de equivalencia de 18 kips.

## **6 CENTRO DE CONTROL. INTEGRACIÓN DE LOS DIFERENTES SISTEMAS INTELIGENTES DE CONTROL**

### **6.1 Introducción**

Si bien los anteriores sistemas pueden implementarse y funcionar de manera independiente, la clave en la explotación de su información radica en su consolidación y tratamiento integrado el cual puede ser efectivo de realizar por medio de la obtención de un sistema de transmisión de datos cuyo mecanismo de transporte que se defina (fibra óptica, radioenlaces, otro) permita la integración de la información en tiempo real.

La interconectividad y monitoreo en la RVF, la implementación de un centro de monitoreo permitirá la visualización y almacenamiento adecuado de la información de toda la red vial fundamental.

### **6.2 Alcance De La Integración**

Integración de la información de los Sistemas Inteligentes de Control y Cobro de Peaje Vehicular y Sistema Inteligente de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares y de Relevamiento Estadístico del Tránsito albergados en la Red Vial Fundamental.

El sitio central tendrá la capacidad de recibir la información de los sistemas de auditoria de control de los procesos del cobro de peaje, pesaje y dimensiones vehiculares. Así también poder controlar el tráfico de vehículos y tipo de vehículos según la categoría a la que pertenecen permitiendo el almacenamiento centralizado de la información.

### **6.3 Integración De Servicios**

Comprende la instalación, configuración e integración de los Softwares, así como sus licencias, que posibilitan el correcto funcionamiento de los Sistemas Inteligentes de Control y Cobro de Peaje Vehicular y Sistema Inteligente de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares.

Las siguientes actividades deben ser realizadas para la integración de los servicios:

#### **a) Paso 1**

- Configuración de elementos de red (lan switch, firewalls, routers, switches)
- Configuración de IP's de los elementos.
- Instalación de los Servidores de control.
- Instalación de los Servidores de análisis inteligente de información.



- Instalación de los servidores de base de datos.
- Instalación de los sistemas de peaje.
- Instalación de los sistemas de pesaje y control vehicular.
- Instalación de los sistemas de auditoría y control electrónico de los procesos de peaje, pesaje y dimensiones vehiculares.
- Instalación de servicios de cliente servidor en los PC's.
- Pruebas de conectividad de elementos.

#### **b) Paso 2**

- Configuración de los Servidores de control.
- Configuración de los Servidores de análisis inteligente de información.
- Configuración de los servidores de base de datos.
- Configuración de los sistemas de peaje.
- Configuración de los sistemas de pesaje y control vehicular.
- Configuración de los sistemas de auditoría y control electrónico de los procesos de peaje, pesaje y dimensiones vehiculares.
- Configuración de servicios de cliente servidor en los PC's.
- Integración y verificación de los equipos.
- Integración y verificación de los sistemas de auditoria de control electrónico.

Es importante recalcar que para poder concluir la integración y verificación de los Sistemas Inteligentes de Control y Cobro de Peaje Vehicular y Sistema Inteligente de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares, como se puede apreciar en el paso 2 en su último punto, (Integración y verificación de los sistemas de auditoria de control electrónico), la instalación de las estaciones inteligentes de Control y Cobro de Peaje Vehicular y Sistema Inteligente de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares deben estar terminada y en completo funcionamiento, de no ser así se tendrían problemas técnicos con las pruebas y finalización de los trabajos.

#### **6.4 Perfil De Los Operadores**

Estos son los requisitos mínimos con respecto al personal asignado a la Central de Monitoreo, que debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Deben garantizar la confidencialidad e invulnerabilidad de la información que produce el sistema.
- Se debe crear un protocolo de cómo actuará el personal, ante eventos reportados por los sistemas de auditoría de control y ante fallas en el sistema, garantizando el inmediato accionar.

- La información registrada debe ser administrada bajo normas estrictas que contemplen la seguridad e inviolabilidad de los derechos de privacidad. Bajo ningún concepto podrá invadirse la intimidad de los ciudadanos.
- Se deberá prever se realice la instalación completa, con equipos, materiales y mano de obra necesarios para la puesta en marcha del sistema, incluyendo el cableado interno, hardware y software, documentación y capacitación de los operadores del Sistema.

## 6.5 Arquitectura Integrada Y Flujo De La Información

Dentro del siguiente grafico se evidencia la arquitectura del ITS RVF identificando de manera clara la ubicación de cada dispositivo mínimo para la automatización de sus procesos tanto de las estaciones de cobro de peaje como de los sistemas de control de pesos y dimensiones vehiculares, los mecanismos de transmisión a ser implementados, la arquitectura de los centros de datos y centros de monitoreo; así como el flujo de la información correspondiente a dicha arquitectura. **Arquitectura integrada**, el ITS – RVF presenta en su arquitectura el siguiente detalle:

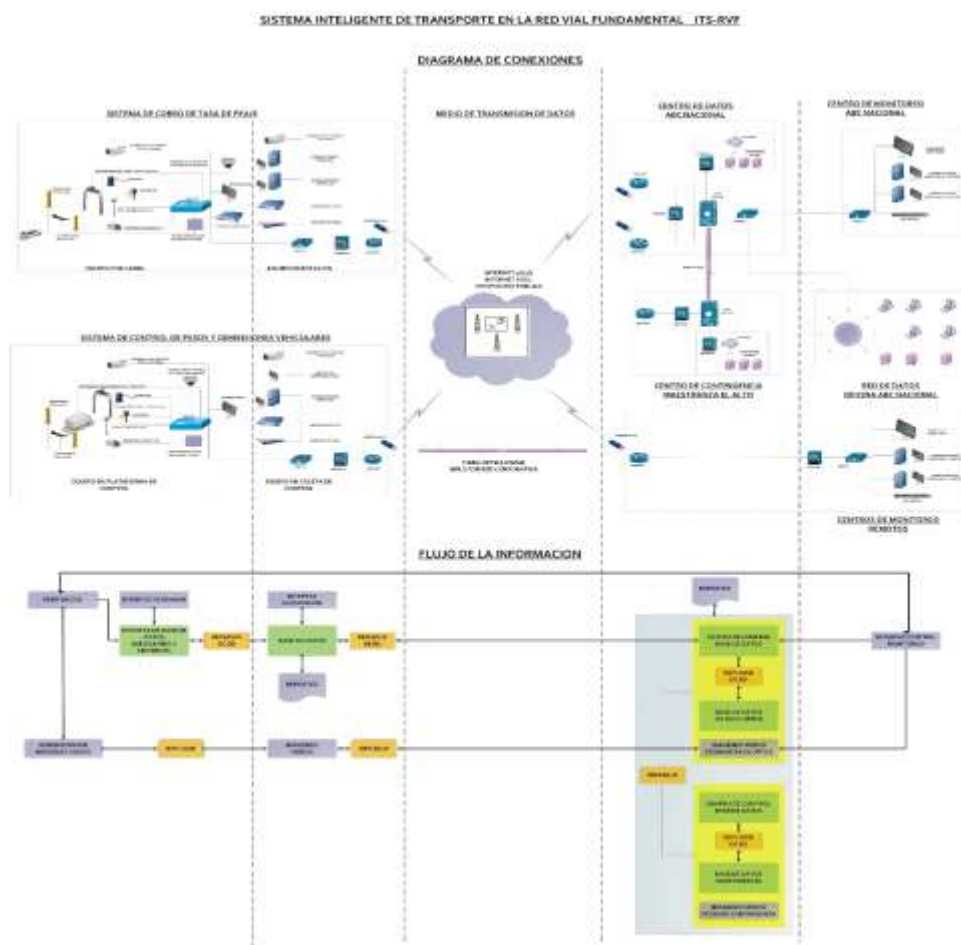
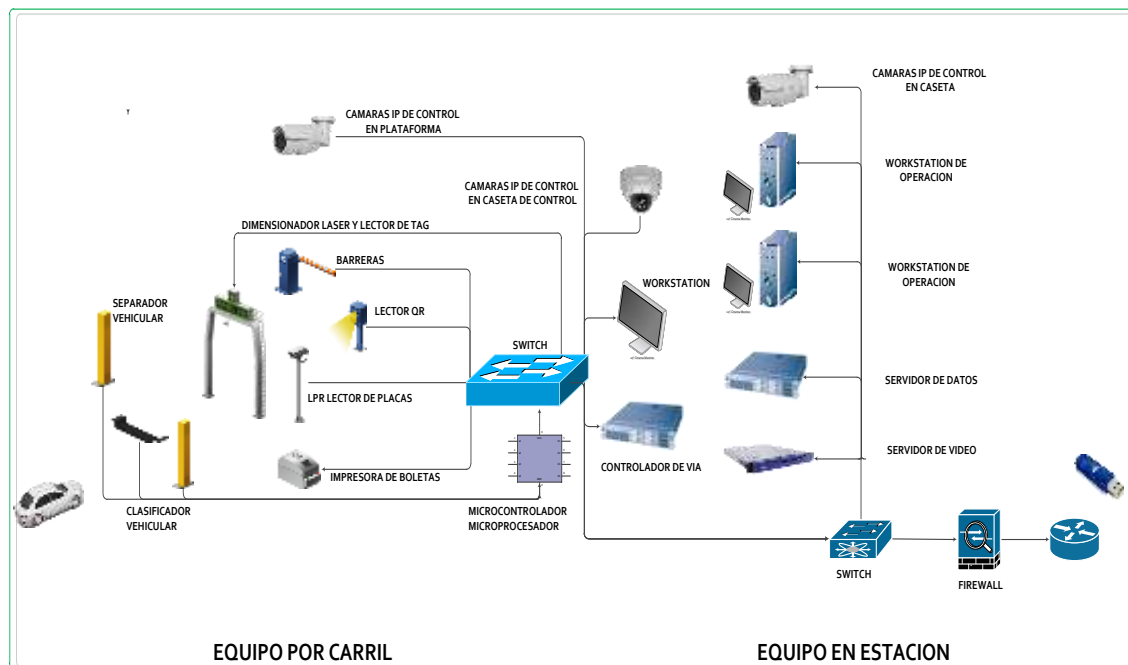


Figura 6-1

La Arquitectura de los Sistemas de Cobro de Tasa de Peaje y Control del Pesos y Dimensiones Vehiculares, se presenta en las figuras siguientes:

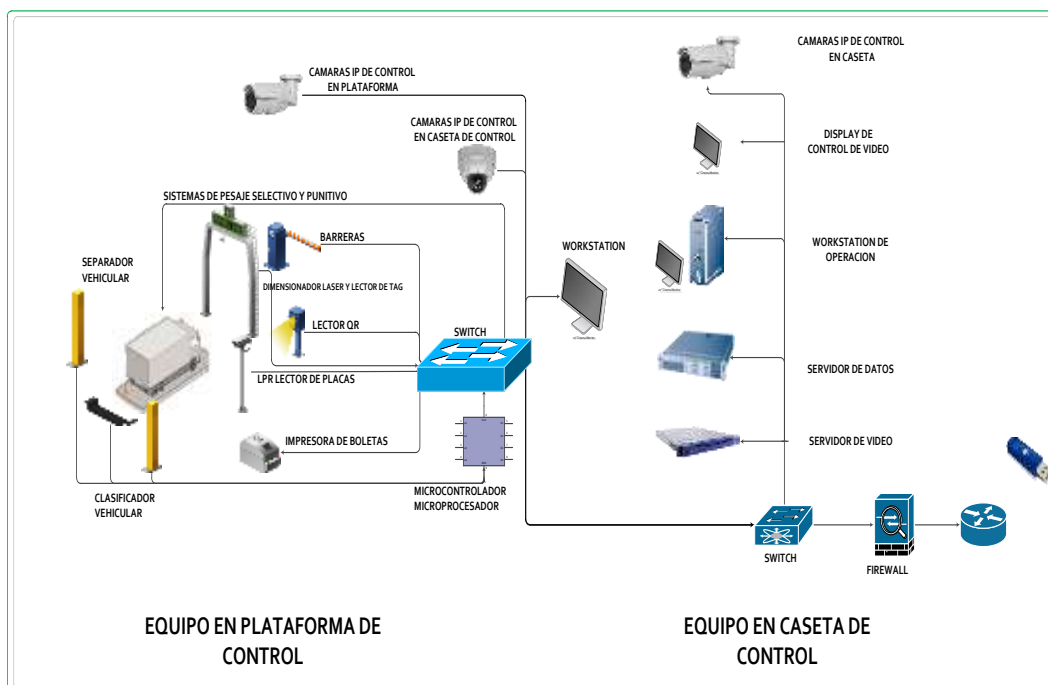


**Figura 6-2 Arquitectura de Hardware del Sistema de Cobro de Tasa de Peaje**

Arquitectura por cada carril, el equipamiento del sistema en el carril permitirá la determinación de manera automática de la configuración vehicular por medio el conteo de llantas y cantidad de llantas por vehículo (clasificador vehicular y separador vehicular) y determinación de las dimensiones del mismo (dimensionador laser); el lector de placas (LPR), lector de QR, y lector de Tag, son mecanismos redundantes que incrementan la efectividad en la determinación del tipo de vehículo por medio de un cruce de información almacenada en una base de datos vehicular que de manera gradual va incrementando.

Todo el sistema es controlado por medio del controlador de vía y sistemas microcontroladores que correspondan. La comunicación del equipo de carril es vía Ethernet hacia el equipamiento de estación por medio de una configuración estrella de los dispositivos.

Arquitectura de red en la estación, toda la información proveniente de cada carril de peaje es almacenado en sus correspondientes servidores de estación. La red de datos de estación presenta un sistema de seguridad de la información por medio del cifrado de la información en su transmisión por medio de un firewall para posteriormente ser transmitido hacia el centro de datos.



**Figura 6-1 Arquitectura de Hardware del Sistema de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares**

En el caso de las estaciones de control de pesos y dimensiones vehiculares presenta adicionalmente un sistema de pesaje cuyo mecanismo de transmisión es convertido a Ethernet para su transmisión. En este caso la clasificación vehicular y medición de dimensiones permitirá determinar la configuración vehicular que por medio de la cual en conformidad a la Ley N° 441 este vehículo no debería exceder en peso y tamaño para su circulación en la RVF.

## 6.6 Transmisión De Datos, Medio De Transmisión Y Requerimientos De Ancho De Banda

El consumo de ancho de banda para la transmisión de datos viene determinado por varios factores técnicos para asegurar el eficaz y confiable y disponibilidad de la información.

Se recomienda como mecanismo de transporte ideal que las estaciones de peaje y pesaje se conecten mediante cables de fibra óptica con un acceso a 2,048 Mbps. El ancho de banda del centro de monitoreo debe ser capaz de soportar todas las solicitudes de acceso simultáneas. Además, se debe usar los protocolos TCP/IP.

El sistema requiere un ancho de banda mínimo de 128 Kbps para la transmisión de datos críticos (formato texto plano) sin considerar imágenes ni videos, cual en la mayoría de los casos es cubierto en carretera por medio de comunicación satelital o telefonía GSM 3G este último con menor calidad en función a su cobertura celular.

## **6.7 Pérdida De Paquetes**

Por tratarse de un sistema de auditoria de control electrónico el tema de la calidad y pérdida de paquetes es fundamental.

El Proyecto implementación de la Integración de los Sistemas Inteligentes de Control y Cobro de Peaje Vehicular y Sistema Inteligente de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares requiere un 99% de disponibilidad de la red. Pérdidas de paquetes superiores al 1% pueden comprometer el servicio y la funcionalidad del Sistema de control.

Se recomienda el uso de Fibra Óptica como mecanismo de transporte ideal; sin embargo medios alternos pueden ser utilizados sea comunicación satelital u otro. Es necesario que en el sitio central se considere la provisión de una conexión de cobre GigaEthernet con 1000 MBps, que se conecte a la solución del implementación de la Integración de los Sistemas Inteligentes de Control y Cobro de Peaje Vehicular y Sistema Inteligente de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares.

## **6.8 Índices De Rendimiento De La Red De Transmisión De Datos**

Retraso máximo de la red: 400 ms, el cual es producido por el retraso de la señal al ser transmitido por distintos equipos de conmutación y cambio de mecanismos de transporte (fibra óptica, cable coaxial, par trenzado, espectro radioeléctrico) el cual en su suma total puede poseer considerables retrasos de la señal de extremo a extremo.

Jitter de retraso máximo: 50 ms, el cual se refiere a la fluctuación de fase que puede tener la señal transmitida.

Tasa máxima de pérdida de paquetes: 1 %, no solo es suficiente con la recepción de la señal transmitida con cierto nivel de potencia, sino con un alto grado de confiabilidad de la información, la cual puede ser cuantificada por medio de la PER (Paquet Error Rate que determina la cantidad de paquetes erróneos del 100% de paquetes transmitidos).

Tanto el delay, jitter y PER son parámetros que permitirán a la red de transmisión de datos determinar la calidad de los servicios de comunicación de red y su eficiencia.

## 6.9 El Medio de Transmisión de Datos

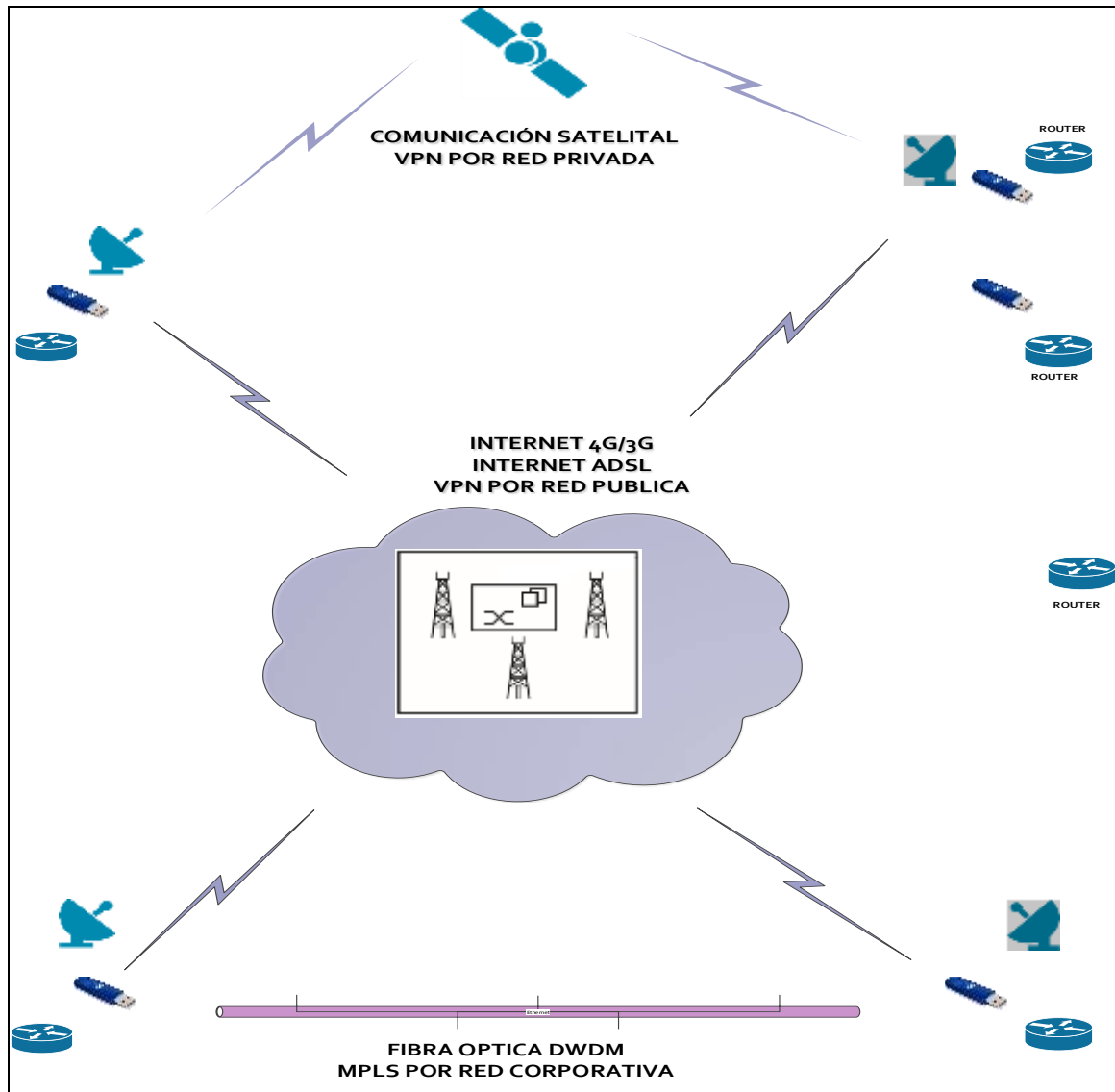


Figura 6-2 Los medios de transmisión de datos desde los Puestos de Control al Centro de Control

La información de las estaciones indicadas será transmitida hacia los centros de datos, para lo cual se considera dos alternativas de implementación de medio de transmisión:

- Por medio de la Red Pública, se considera en su primera etapa la implementación de redes privadas virtuales, para encriptar la información y asegurar la misma, y su transmisión por medio de telefonía celular (servicios de datos 3G o 4G), o servicios de internet ADSL de operadores de telecomunicaciones; lo cual permitirá la transmisión de datos críticos desde las estaciones hasta los centros de datos, priorizando la información de datos y de manera limitada imágenes.

- Por medio de una red privada sobre una comunicación satelital, donde aprovechando del posicionamiento geosatelital y aprovechando de la cobertura nacional que provee este tipo de comunicación se lograría comunicar a todo el ITS-RVF de manera seguro y con anchos de banda moderados
- Por medio de una red privada sobre una plataforma de fibra óptica, a posteriori, con la adquisición de servicios de telecomunicaciones implementando una red MPLS los anchos de banda y velocidad permitirán la transmisión de información permanente y en tiempo real tanto de datos voz y video sin limitaciones.

### **6.10 Centros De Datos Y Centros De Monitoreo**

El centro de datos es el espacio físico especialmente acondicionado y asegurado para equipos de telecomunicaciones, procesamiento y almacenamiento, que permiten el guardar y distribuir información recibida, para su posterior análisis, elaboración e implementación de políticas, estrategias y tácticas de gestión y control. La información recibida proviene de los Sistemas Inteligentes de Control y Cobro de Peaje Vehicular y Sistema Inteligente de Control de Pesos y Dimensiones Vehiculares.





## 6.11 Centros De Datos De La Administradora Boliviana De Carreteras

Los centros de datos permitirán la recepción de la información vía diferentes medios de transporte basados en internet (WAN, VLAN,...), telefonía celular (GPRS, 3G, 4G, LTE,...), fibra óptica o comunicación satelital, la de encriptación y verificación de calidad de la información para su posterior almacenamiento en servidores de características especiales independizando el manejo de datos operacionales y transaccionales (Pesajes, Peajes, Estado de periféricos,...) y video.

El centro de datos principal estará localizado en la Oficina Nacional de la ABC la cual tendrá conexión directa de alta disponibilidad con el centro de contingencia a ser localizado por seguridad en ambientes externos a la oficina central permitiendo la réplica de la información como backup (para asegurar posibles pérdidas de información en el Centro de Datos ABC Nacional) o como contingencia (Para levantar servicio de manera inmediata ante un posible fallo del Centro de Datos Nacional).

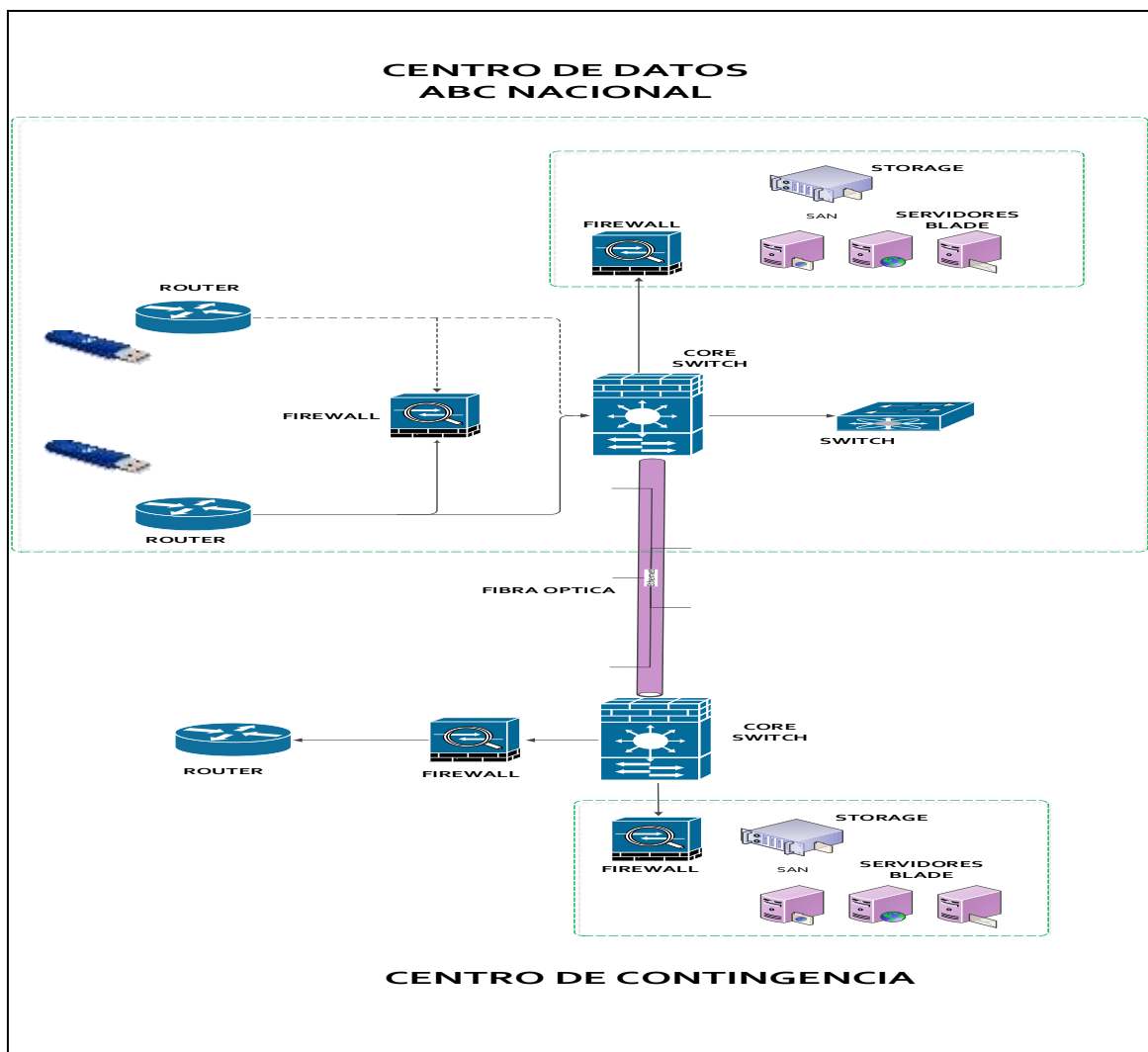


Figura 6-3 Flujo de datos en el Centro de Control

**Flujo de la información,** la información proveniente desde las distintas estaciones presenta, por etapas de su arquitectura el siguiente flujo:

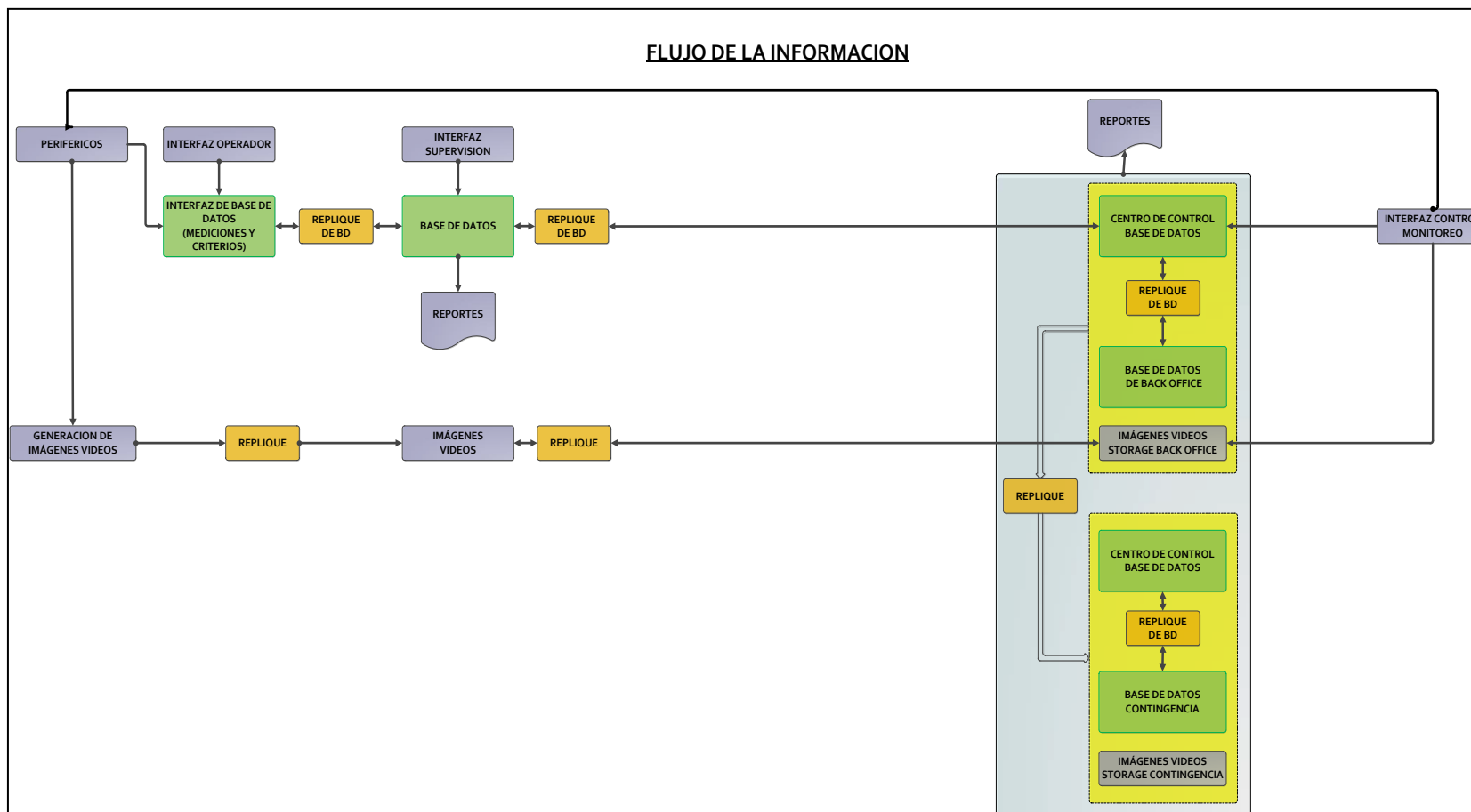


Figura 6-4 Flujo de la Información

El carril de operación permite por medio de sus periféricos, sensores y la interfaz del operador la generación de la información la cual convertida en información gestionable es almacenada de manera temporal.

Esta información de datos y video es replicada para su almacenamiento en las casetas de control. Un gestor de Bases de Datos administra la información y permite la generación de reportes a nivel de estación, para lo cual se contará con un interfaz de supervisión y operación.

La información datos y videos será almacenada por cada estación por un lapso mínimo de 3 meses para video y 1 año para datos; ésta es replicada hacia el centro de datos Oficina Nacional ABC para su consolidación junto a la información de los demás estaciones y generación de información, reportes y estadísticas generales.

El centro de datos Nacional ABC presenta una base de datos de operación y una base de datos de back office la cual almacena toda la información. Ambas bases de datos son replicadas al Centro de Datos de Contingencia de manera periódica.

El control de los centros de datos es realizado por medio de los centros de monitoreo y control los cuales conforme las políticas de operación presentaran distintos niveles de acceso por medio de interfaces de control y monitoreo, con la capacidad de inclusive realizar algunos comandos específicos hasta los carriles.

## 6.12 Centros De Monitoreo

Se considera la implementación de centros de monitoreo y control tanto locales, en las mismas oficinas de la ABC Nacional, así como remotos, a ser ubicados en las Gerencias Regionales ABC y Oficinas de Vías Bolivia.

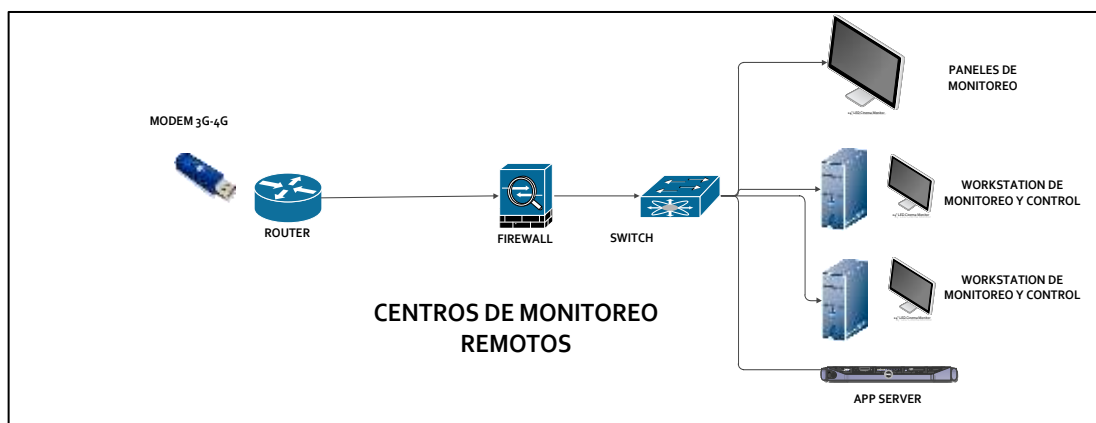
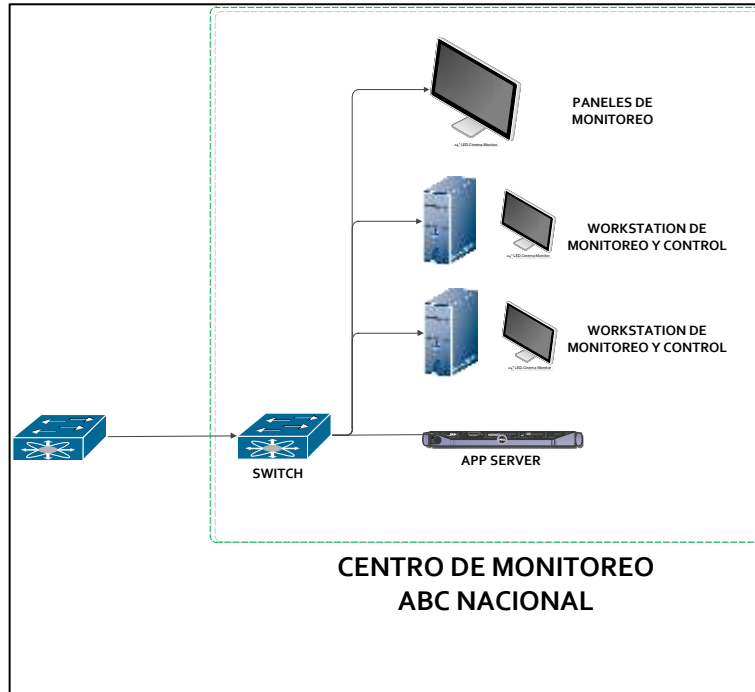


Figura 6-5 Diagrama de los Centros de Monitoreo Regionales



**Figura 6-6 Flujo de Información en el Centro de Control Nacional**

## **7 PLANES DE DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN**

La difusión de la implementación del Plan ITS RVF permitirá que en el momento de su operación sea bien recibido por la sociedad, viendo al mismo como un beneficio en su día a día tanto para el transportista como para el usuario de la red vial y público en general.

El antecedente preliminar de la estrategia comunicacional debe hacer énfasis en los siguientes aspectos:

- El actual modo de cobro y operación de las estaciones de cobro de tasa de peaje, el cual permita visualizar las demoras que el usuario vial tiene producto del actual modo de cobro
- La actual circulación de los transportistas con sobrepeso y sobredimensión su consecuente deterioro de las carreteras y sobre todo la inseguridad vial que estas contravenciones a la normativa vigente acarrearán. Así mismo se deberá hacer énfasis en la existencia de una Ley vigente para el control de pesos y dimensiones

### **7.1 Descripción del producto y beneficios**

Se debe realizar una explicación de que es el Sistema Inteligente de Transporte ITS-RVF y como beneficiará a la sociedad haciendo énfasis en:

- Reducción de los tiempos de cobro de tasa de peaje
- Reducción de los tiempos de control de pesaje
- Exactitud en el control de pesaje y dimensiones
- Mejoramiento de los niveles de seguridad en las operaciones de cobro y control por medio implementación de sistemas de video vigilancia.
- Control de la operación a distancia y tratamiento de la información en línea.

### **7.2 Objetivos de la campaña de difusión y comunicación**

#### **a) Objetivo comunicacional principal**

Posicionar al sistema ITS-RVF como la mejor alternativa de solución para mejorar la operación e imagen de proceso de cobro de peaje y control de pesaje actual en lo que se refiere a operación, seguridad, transparencia, otros.

#### **b) Objetivos comunicacionales secundarios**

- Llegar en su difusión con entendimiento y apoyo a la implementación al:
- 100 % de los transportistas y usuarios viales

- 80 % de la población en general
- Fomentar en la sociedad el cumplimiento de la Ley de pesos y dimensiones y su control estricto en las estaciones de pesaje.

### **7.3 Público meta**

- Transportistas organizados y libres
- Empresas generadoras de carga y acopiadoras
- Usuarios viales
- Empresas públicas y privadas
- Público en general

### **7.4 Descripción de la campana externa e interna**

Se debe hacer énfasis en los beneficios de los nuevos tipos de estaciones de peaje y pesaje

Énfasis en los beneficios de cuidar la carretera ya sean por: tener mejores condiciones viales para circular, reducir sus gastos por concepto de mantenimientos y gasto de llantas, incrementar el flete debido a que el control de peso reduce la competencia desleal con servicios de transporte con sobrepeso y bajos costos, otros.

Se realizara spots publicitarios por radio y televisión.

Se difundirá la implementación del ITS RVF y sus beneficios a las redes sociales, por medio de Facebook, twitter, emails, información en el portal de la página institucional.

Se elaborara una aplicación Android de descarga gratuita con información de la Red Vial Fundamental, el control de pesos vehiculares y tarifarios de tasa de peaje.

Se implementaran quioscos comunicacionales de información para la difusión del Plan ITS RVF

Se elaborara trípticos de información del mejoramiento de los mecanismos de cobro de peaje y control de pesos y dimensiones.

### **7.5 Estrategia de medios**

EDAD DEL PUBLICO: hombres y mujeres desde los 10 años de edad

COBERTURA GEOGRAFICA: Toda Bolivia

DURACION: 6 meses



## 8 FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN ITS-RVF

Conforme la información desarrollada en el presente documento, se ha identificado que el mayor tráfico vehicular dentro de la Red Vial Fundamental está en la ruta 4 la cual corresponde en su gran mayoría a cubrir el Corredor Oeste - Este, posteriormente la ruta 9. En este sentido el Plan ITS-RVF priorizara la implementación del sistema ITS RVF en la ruta 4 y posteriormente la ruta 9 y finalmente su implementación en las demás rutas en función al mayor tráfico vehicular circulante.

La implementación considerará la instalación de tanto sistemas de control de pesos y dimensión vehiculares así como sistemas de cobro inteligente de tasa de peaje. Las etapas de instalación, irán acompañando las etapas de construcción de las distintas rutas. Junto con la puesta en funcionamiento de los diferentes puestos, se deberá avanzar con su conectividad para asegurar la transmisión de sus datos es decir se tendrá un avance simultaneo de ambos sistemas a medida que se cubran las distintas rutas.

Las fases de implementación estarán sujetas a los distintos financiamientos gestionados para la implementación del ITS-RVF siendo de manera inicial las siguientes:

FASE	TRAMOS DE COBERTURA	INTERVENCIÓN PROPUESTA	FINANCIAMIENTO CONSIDERADO
<b>FASE 1</b>	CORREDOR OESTE – ESTE TRAMO ACHICA ARRIBA-SUTICOLLO	-ESTUDIO DE UBICACIONES DE PEAJES Y PESAJES EN LA RVF -IMPLEMENTACION DE 4 PEAJES Y 4 PESAJES -ADQUISICION DE BALANZAS PORTATILES -IMPLEMENTACION DE LABORATORIO DE METROLOGIA -IMPLEMENTACION DE DATA CENTER Y CONTINGENCIA - IMPLEMENTACION DE 3 CENTROS DE MONITOREO	BID 3385
<b>FASE 2</b>	CORREDOR OESTE – ESTE TRAMO SUTICOLLO-IVIRGARZAMA	IMPLEMENTACION DE 9 PEAJES Y 2 PESAJES IMPLEMENTACION DE 2 CENTROS DE MONITOREO	BID 3540
<b>FASE 3</b>	RUTAS: 4,3, 2,43,1,12,7,23,5,10	IMPLEMENTACION DE 18 ESTACIONES DE PESAJE	EN BUSQUEDA DE FINANCIAMIENTO
<b>FASE 4</b>	RUTAS: 4,9,12,1 RUTA: 9	-IMPLEMENTACION DE 21 PEAJES IMPLEMENTACION DE 2 PESAJES IMPLEMENTACION DE 2 CENTROS DE MONITOREO	EN BUSQUEDA DE FINANCIAMIENTO
<b>FASE 5</b>	RUTA 9	IMPLEMENTACION DE 2 PESAJES IMPLEMENTACION DE 6 PEAJES	PROYECTO CRECE BANCO MUNDIAL
<b>FASE 6</b>	RUTA 9	IMPLEMENTACION DE 1 PESAJE IMPLEMENTACION DE 2 PEAJES	FINANCIAMIENTO DE CHINA
<b>OTROS</b>	RVF	TRAMOS EN CONSTRUCCION	VARIOS

Tabla 8-1 Fases de Implementación y Financiamiento.

## **8.1 FASE 1 – CONTRATO DE PRÉSTAMO N° 3385/BL-BO**

La implementación del Plan ITS-RVF en su Fase 1 tiene como objetivo determinar todas las bases tanto para los diseños posteriores de equipamiento e infraestructura de las estaciones de peaje y pesaje, mecanismos de verificación de funcionamiento y gestión de las operaciones del Plan ITS RVF y su implementación del núcleo del procesamiento de información así como estaciones de peaje y pesaje priorizando el corredor Oeste-Este, como se indicó anteriormente, bajo el siguiente detalle:

### **a) Estudio de determinación efectiva de peajes y pesajes en la RVF**

Se ha identificado la necesidad de elaborar un estudio que permita determinar la ubicación georeferenciada de tanto estaciones de control de pesos y dimensiones vehiculares así como de estaciones de cobro de tasa de peaje así como posterior seguimiento de financiamientos, construcción, mantenimientos y operación; en ese sentido es necesario elaborar un estudio que permita determinar la ubicación para una operación efectiva de las estaciones dentro de sus funcionalidades y objetivos de operación y una aplicación que permita el seguimiento mencionados accesorios viales.

El estudio debe permitir:

- Elaborar los Censos de cargas en la RVF
- Realizar el aforo vehicular, automático y manual.
- Establecer los movimientos de vehículos, pasajeros y carga intertramo, con el apoyo de encuestas sobre “Origen/Destino” (O/D).
- Elaborar de modelo de aproximación para la determinación de las localizaciones que permitan mayor efectividad de control y recaudación en los pesajes y peajes respectivamente en toda la Red Vial Fundamental.
- Analizar criterios adicionales tales como densidad poblacional aledaña a las carreteras; zonas de generación de cargas y su transporte terrestre u otros que permitan fortalecer el modelo de aproximación.

Se pretende el desarrollo de una aplicación informática que permita la aplicación del modelo de tráfico cuya interfaz a un sistema GIS permita su determinación de ubicación y seguimiento de emplazamiento y funcionamiento y seguimiento de operación con almacenamiento y tratamiento de información multiformato (datos, imágenes, imágenes geo referenciadas, video).

Este estudio permitirá validar cuando corresponda o asegurar que las ubicaciones de los nuevos peajes y pesaje a ser implementados en la RVF presentaran una localización óptima para la operación.

Para tal efecto se propondrá el establecimiento de 16 grupos de conteo censo y encuestas simultáneos que por medio de rotaciones cada 7 días podrán abarcar el relevamiento en campo de todas las tramificaciones del maestro de secciones en un tiempo prudente, considerando como mínimo 2 censos por tramificación o 3 o más por ramificación en cada tramificación:

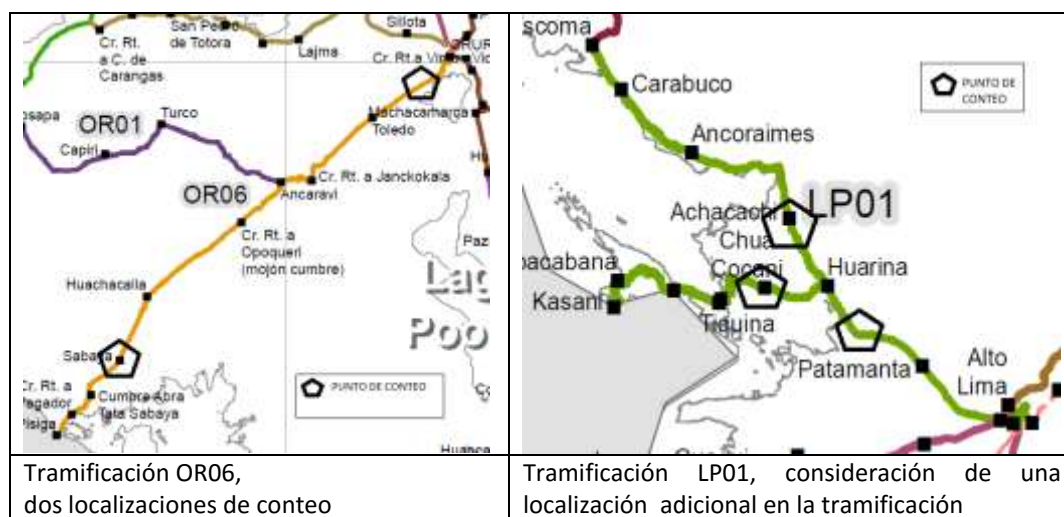


Figura 8-1 Tramificación Conteos de Tránsito

#### b) Adquisición de balanzas portátiles

Se pretende realizar la adquisición de sistemas de pesaje portátiles los cuales tienen como objetivo reforzar por medio de controles aleatorios el control en los actuales puestos de control vehicular para:

- Fortalecer de manera periódica el control vehicular pesado en puestos de control que actualmente presentan falencias de equipamiento, por medio de controles semipermanentes.
- Iniciar el control en puntos estratégicos de la RVF por medio del uso semipermanente de los sistemas de pesaje
- Realizar controles móviles aleatorios y esporádicos en puntos indistintos dentro de la Red Vial Fundamental considerando incremento de tráfico estacional, puntos de generación de carga a la RVF, épocas de producción, cosecha u otros.

Los sistemas de pesaje a ser adquiridos consideran los requisitos técnicos mínimos para poder ser utilizados como:

- Balanzas selectivas temporales, por medio de su emplazamiento en carretera cuyo objetivo es discriminar tráfico con sobrepeso a media y baja velocidad hacia un control más exacto y en caso de no tener sobrepeso permitirle prosiga su camino.

- Balanzas punitivas de uso temporal (en caso de operativos móviles) o semipermanentes (en caso de emplazamiento en un punto específico de la red por periodos mayores a los 21 días), en ambos casos su pesaje en movimiento o estático tiene que asegurar ser realizado acorde a la Ley N° 441 tal que permita la emisión de multas a usuarios de la RVF infractores a la ley mencionada sin que técnicamente se vea comprometida la decisión del operador de determinar dicha multa, es decir con la exactitud adecuada entre otros parámetros que fueron considerados.

Dichas balanzas consideraran los accesorios necesarios que permitan su emplazamiento temporal en carretera por medio de caminos de nivelación o rampas.

Así mismo se ha considerado la necesidad de adquirir accesorios para su emplazamiento en puntos estratégicos de la RVF; para lo cual se ha determinado puntos de control que ante la construcción de infraestructuras mínimas de plataformas de pavimento rígido permitirán el control semipermanente instalando las balanzas a ras del suelo reduciendo así contribuciones de error a las mediciones y mejorando su exactitud de operación del sistema de pesaje.

Los requerimientos para esta adquisición de balanzas, adjunto a la presente en formato digital, también contempla el aprovisionamiento de un sistema de circuito cerrado de televisión para el respectivo control de la operación; un sistema de auditoría, el cual cruzara información de la cantidad de pesajes realizados y reportados por los pesadores y la cantidad de pesajes realmente realizados de las balanzas así como otra información adicional de tráfico (vehículos ingresados a control vs. vehículos que transitaron por la carretera); accesorios de señalización; equipo de generación de energía y otros.

#### **c) Implementación de 4 sistemas de control de pesos y dimensiones vehiculares**

Se considera la implementación de sistemas que permitan tanto el conteo de tráfico vehicular antes de ingresar a la estación, balanzas selectivas , balanzas punitivas y periféricos que permitan la automatización conforme lo detallado en el presente plan:

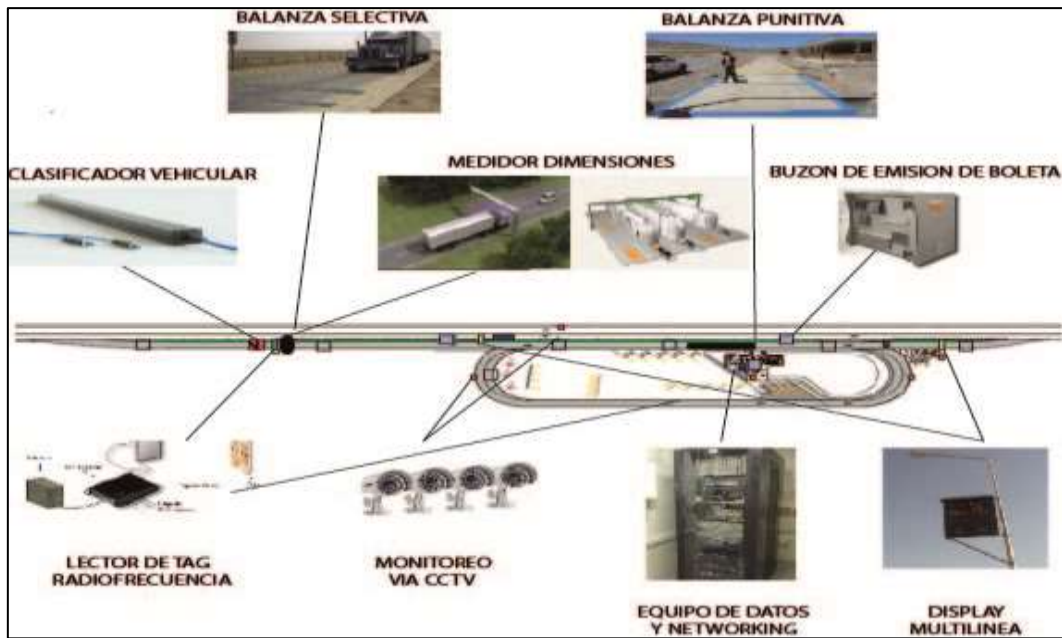


Figura 8-2 Layout Tipo de un Sistema de Control de Pesos y Dimensiones

Se considera recibir desde el adjudicado el diseño y construcción de 4 sistemas de control de pesos y dimensiones vehiculares bajo el siguiente detalle:

ITEM	ruta	SENTIDO DE CONTROL DE TRÁFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR
1	4	LA PAZ - ORURO	ACHICA ARRIBA	DINÁMICA	SI	CONSTRUCCIÓN
2	4	ORURO – LA PAZ	CARACOLLO	DINÁMICA	SI	CONSTRUCCIÓN
3	4	CARACOLLO - CONFITAL	CAIHUASI	DINÁMICA	SI	CONSTRUCCIÓN
4	4	PAROTANI – CBBA – PAROTANI	SUTICOLLO	DINÁMICA	NO	READECUACIÓN ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO (Dos carriles de pesaje)

Tabla 8-2 Puestos de Control de Pesos y Dimensiones de la Fase I

En el caso de la estación de peaje/pesaje Suticollo, se requiere un estudio y definición de su localización debido a que a la fecha se cuenta que en el mismo punto, coexisten los dos controles de fiscalización y cobro, con un carril de peaje y pesaje. Es un punto donde se evidencia un movimiento considerable de vehículos pesados producto del traslado de agregados desde Parotani y zonas aledañas hasta la ciudad de Cochabamba, lo que lleva a que naturalmente se considere necesario ir a un sistema de pesaje de fiscalización con balanzas tipo WIM. Esto determina que se deberá analizar de manera detallada la localización de los equipos, para que no interfieran en el normal funcionamiento de los mismos.



Figura 8-3 Puestos de Pesaje y Cobro de Tasa de Peaje de Suticollo

#### d) Implementación de 4 sistemas inteligentes de cobro de tasa de peaje

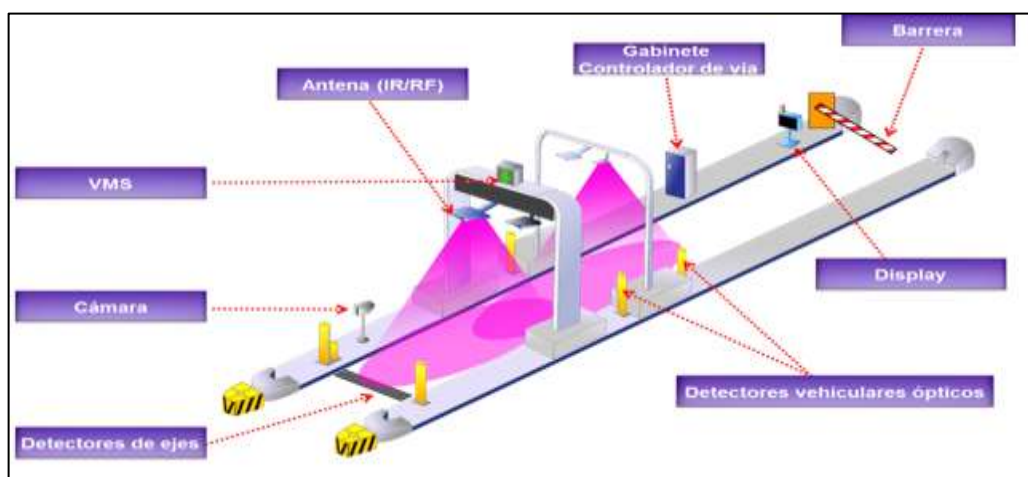


Figura 8-4 Puesto de Cobro de Tasa de Peaje Tipo

Conforme la tecnología ilustrada y explicada dentro del presente plan; se pretende implementar 4 estaciones de cobro de tasa de peaje tipo ETCS, sus características



permitirán un cobro denominado mixto por medio del cual podrán realizar un pago manual por medio de tarjetas magnéticas así como con efectivo, la determinación de la configuración vehicular y por ende del peaje que debe ser cancelado será un proceso automático por medio de sensores de piezoeléctricos y sensores ópticos.

Se considera recibir desde el adjudicado el diseño y construcción de 4 sistemas de control y cobro de tasa de peaje bajo el siguiente detalle:

ITEM	RUTA	SENTIDO DE COBRO DE TRÁFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PEAJE	ACTIVIDAD A REALIZAR	OBSERVACIONES
1	4	ACHICA - SICA SICA	ACHICA ARRIBA	CONSTRUCCIÓN	Estaciones de 4 carriles
2	4	ACHICA - SICA SICA	SICA SICA	CONSTRUCCIÓN	
3	4	SAN PEDRO - PATACAMAYA	SAN PEDRO	CONSTRUCCIÓN	
4	4	SAN PEDRO - PATACAMAYA	PATACAMAYA	CONSTRUCCIÓN	

Tabla 8-3 Puestos de Cobro de la Tasa de Peaje a Implementar en la Fase I



Figura 8-5 Localización de los Puestos de Cobro de Tasa de Peaje de la Fase I



#### e) Implementación de 2 centros de datos y 3 centros de monitoreo

Como se mencionó, el centro de datos es el corazón del sistema por ser quien alberga el sistema de gestión de todo el ITS RVF así mismo realiza la integración de toda la información y generación de reportes a distintos niveles así mismo permite al almacenamiento de información correspondiente a discrepancias, es decir infracciones, evasiones, malas determinaciones de configuración, errores de los operadores errores de sistema, otros.

La presente tiene como objetivo la readecuación de infraestructura e implementación del siguiente equipamiento:

ITEM	Cantidad	DESCRIPCION	IMPLEMENTACION
1	1	DATA CENTER: ABC Oficina Nacional	INFRAESTRUCTURA EQUIPAMIENTO, SERVIDORES, ALMACENAMIENTO, COMUNICACIÓN, OBRAS CIVILES
2	1	DATA CENTER de Contingencia: Maestranza El Alto	
3	1	CENTRO DE MONITOREO ABC NACIONAL	
4	1	CENTRO DE MONITOREO VIAS BOLIVIA LA PAZ	INFRAESTRUCTURA EQUIPAMIENTO, COMUNICACIÓN, OBRAS CIVILES

Tabla 8-4 Centros de Control y Monitoreo de la Fase I

Los centros de monitoreo permitirán el control y monitoreo de las operaciones de cada peaje y pesaje con distintos niveles de administración a ser implementados en la oficina Nacional ABC junto al Data Center y dos remotos para la Oficina Regional ABC La Paz y la Oficina Nacional de Vías Bolivia .

Al ser la conectividad de red crítico para la transmisión de los datos y funcionamiento del sistema se preverá que el adjudicado asegure la conectividad por el periodo correspondiente a su periodo de garantía (3 años) con comunicación satelital tal que asegure apropiados niveles de calidad de servicio (delay, jitter y PER) mencionados anteriormente.

#### f) Montaje de un Laboratorio de verificación metrológica de balanzas

Para asegurar la exactitud de las mediciones realizadas con el Sistema de Control de Pesos y Dimensiones, es vital tener trazabilidad en las mediciones (que la exactitud de las mediciones en las balanzas se acerque a los valores del patrón nacional de masa). Es en

ese sentido que la implementación de un Laboratorio para la verificación metrológica de dichas balanzas es vital para asegurar dicha exactitud.

Los Sistemas de pesaje ya sean dinámicos o estáticos presentan una fluctuación natural de los resultados medidos debidas a las contribuciones del proceso mismo de pesaje (contribuciones a la incertidumbre), los cuales en un proceso sin el control de dichas desviaciones puede ocasionar mediciones erróneas, que en el caso de los puestos de control de peso vehicular, pueden producir multas inadecuadas, cuestionamiento en el control de peso vehicular, desprestigiando a todo el Sistema de Control de Pesos y Dimensiones.

La implementación del LVB permitirá comparar las mediciones de los sistemas de pesaje contra patrones con referencia internacional (trazabilidad de las mediciones).

Conforme a la Ley 441 Vías Bolivia tendrá la capacidad de realizar las verificaciones de sus balanzas previa acreditación y delegación por parte de IBMETRO de dichas actividades a ser implementado por Vías Bolivia, en ese entendido es crítico contar con dicho laboratorio.

Para la implementación del LVB es necesario considerar los siguientes aspectos:

- Un sistema de Gestión de Calidad Implementado y acreditado para el LVB, actividades dentro del laboratorio y verificaciones en terreno (in situ), basado en la Norma Internacional NB/ISO/IEC 17020:2012. Vías Bolivia ya ha desarrollado un sistema de gestión de calidad basado en la ISO 17020 con el objetivo de preparar la base documental para la implementación de un laboratorio de verificación de balanzas.
- Equipamiento de medición adecuado para las verificaciones metrológicas in situ.
- Infraestructura y equipamiento del Laboratorio que asegure la trazabilidad de los patrones a ser utilizados en las verificaciones de balanzas.

En ese sentido tanto para el equipamiento como la infraestructura que el financiamiento BID 3385 apoyara para la implementación del laboratorio el cual cuenta con la parte documentos de un sistema de gestión.

Posterior a la implementación del equipamiento e infraestructura del laboratorio, corresponde a Vías Bolivia iniciar con la operación del Sistema de gestión de calidad para posteriormente licitar una auditoria preliminar externa por parte del organismo competente para la acreditación de laboratorios de ensayo y calibración, el Instituto Boliviano de Carreteras y en función al levantamiento de las no conformidades producto de la auditoria se realice la acreditación del Laboratorio.

El equipamiento para el laboratorio de verificación metrológica comprende equipamiento para la realización de verificaciones de las balanzas in situ, por medio del transporte y la verificación del estado de las balanzas en contraste con los valores de bloques patrón






enviados hasta el lugar, para tal efecto se considera la adquisición de los siguientes dispositivos:


Ítem	Equipo		Observaciones
1	Vehículo caracterizado (vehículo patrón).		Considerándose la necesidad de un vehículo tráiler con semirremolque con posibilidad de cambiar configuración vehicular a un mínimo de cuatro configuraciones, por medio de dos ejes retráctiles. Este vehículo permitirá realizar las pruebas de carga con distintas configuraciones en las balanzas, así como transportar los bloques patrón.
2	Grúa		Con una capacidad de carga mínima de 2 t, y un ángulo de apertura de aproximadamente 100° a izquierda y derecha y un largo mínimo de 16 m, y 500 kg, el cual estará emplazado en el vehículo caracterizado.
3	Bloques Patrón		Un mínimo de 20 t de bloques patrón en bloques de 1 t, y un par de 500 kg, los cuales serán calibrados en el LVB de Vías Bolivia, asegurando la exactitud de su medición.

**Tabla 8-5 Equipamiento Para Verificaciones In Situ**

Para asegurar que los bloques patrones tengan un valor exacto y se pueda realizar una adecuada gestión metrológica surge la necesidad por medio de la calibración interna de los mismos ante un patrón de mayor exactitud propio del Laboratorio de Vías Bolivia, a lo cual se denomina asegurar la trazabilidad de los patrones y sus mediciones.

El laboratorio debe contemplar el siguiente equipamiento:

Ítem	Equipo		Observaciones
1	Pesa Patrón de alta exactitud de 20 kg.		Se considera la necesidad de un patrón clase F1, según OIML R-111:2004, por medio de la cual se calibrarán las pesas patrón clase M1 del Laboratorio.
2	Pesas Patrón clase M1 de 20 kg.		Se considera la necesidad de 50 pesas patrón clase M1, las cuales permitirán calibrar a los bloques patrón.
3	Balanza de Precisión de 20 kg y d=0.1 g.		La cual permitirá dar trazabilidad a las pesas patrón M1 por medio de la calibración respecto a la pesa patrón F1.
4	Balanza Comparadora de 1.2 t y d=50 g.		La cual permitirá calibrar los bloques patrón de 500 kg y 1 t contra las pesas M1 previamente calibradas.
5	Adquisidor de datos (presión, temperatura, humedad relativa).		Para el monitoreo de las condiciones ambientales, asegurar el buen estado del equipamiento y su funcionamiento adecuado y determinar la densidad del aire (factor preponderante en la calibración de masas patrón).

6	Puente Grúa.		Para la manipulación de los Bloques patrón de 1 t y 500 kg dentro del laboratorio.
7	Sistema de aire acondicionado de presión o en su defecto Humidificador y Calentador		Para el control de la humedad relativa y temperatura dentro del laboratorio.
9	Equipos de Computación.		Para la integración de la información, procesamiento de datos y emisión de certificados.
10	Otros.		Accesorios para la manipulación y limpieza de los equipos. Mobiliarios varios.

**Tabla 8-6 Requerimientos de equipos para laboratorio para calibrar los bloques patrón**

La trazabilidad de las mediciones se asegurará por medio de la calibración externa de la pesa F1 ante un Instituto Nacional de Metrología.



**Figura 8-6 Bloques Patrón del Laboratorio de Grandes Masas Recope Costa Rica**



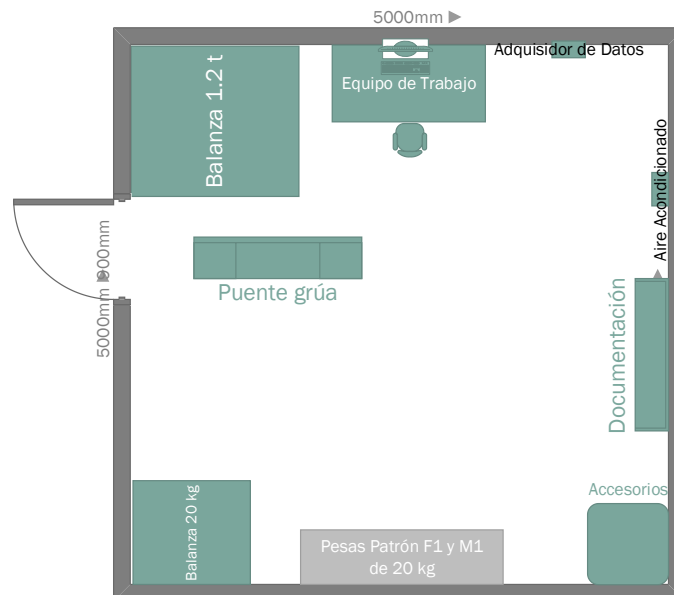
**Figura 8 -7 Comparadores de masas de IBMETRO**





**Figura 8 - 8 Camión Grúa con bloques patrón de IBMETRO**

En la Infraestructura se muestra a continuación el Layout básico propuesto del Laboratorio.



**Figura 8 - 1 Layout tipo del Laboratorio de verificación de pesas patrón**

En el gráfico del layout se ilustran los equipos ya mencionados para el Laboratorio, estando las dos balanzas necesarias, más el puente grúa para la manipulación de los bloques de 500 kg y 1 t, un estante donde se guardarán las pesas patrón tanto F1 como M1 de 20 kg, un gabinete para los accesorios de manipulación y limpieza. Un estante para la documentación, los equipos de aire acondicionado (humidificador y calentador), más el



adquisidor de datos; y por último el equipo de trabajo con su escritorio silla y equipo de computación. Junto a este equipamiento a ser instalado dentro del local, en el exterior, se deberá instalar una balanza estática multiplataforma. Este instrumento tendrá como cometido el de determinar los pesos de referencia de los ejes, grupo de ejes y peso bruto total del camión de calibración. Esta balanza deberá ser de cuatro módulos con una dimensión por módulo de 5 mts x 3 mts. Cada módulo debe soportar 30.000 kg  $\pm$  5 kg y un total de 4 celdas de carga por módulo.

El desglose para la implementación del ITS-RVF en su Fase I (Contrato BID 2285), corresponde al siguiente detalle:

ESTUDIO DE VALIDACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PEAJES Y PESAJES EN LA RVF	
DESCRIPCIÓN	COSTO ESTIMADO \$US
ESTUDIO DE DETERMINACIÓN EFECTIVA DE PEAJES Y PESAJES EN LA RVF	1.373.712,53

SISTEMAS DE PESAJE PORTÁTILES	
DESCRIPCIÓN	COSTO ESTIMADO \$US
16 BALANZAS PORTÁTILES	1.357.759,00

SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES							
ITEM	ruta	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	4	LA PAZ - ORURO	ACHICA ARRIBA	DINÁMICA	SI	CONSTRUCCIÓN	1.500.000,00
2	4	ORURO – LA PAZ	CARACOLLO	DINÁMICA	SI	CONSTRUCCIÓN	1.500.000,00
3	4	CARACOLLO - CONFITAL	CAIHUASI	DINÁMICA	SI	CONSTRUCCIÓN	1.500.000,00
4	4	PAROTANI – CBBA – PAROTANI	SUTICOLLO	DINÁMICA	NO	READECUACIÓN ADQUISICIÓN EQUIPAMIENTO (Dos carriles de pesaje)	700.000,00
TOTAL							5.200.000,00

SISTEMA INTELIGENTE DE COBRO DE TASA DE PEAJE					
ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PEAJE	ACTIVIDAD A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	4	ACHICA - SICA SICA	ACHICA ARRIBA	CONSTRUCCIÓN	900.000,00
2	4	ACHICA - SICA SICA	SICA SICA	CONSTRUCCIÓN	900.000,00
3	4	SAN PEDRO - PATACAMAYA	SAN PEDRO	CONSTRUCCIÓN	900.000,00
4	4	SAN PEDRO - PATACAMAYA	PATACAMAYA	CONSTRUCCIÓN	900.000,00
TOTAL					3.600.000,00

IMPLEMENTACIÓN CENTROS DE DATOS Y CENTRO DE MONITOREO			
ITEM	Cantidad	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	1	CENTRO DE DATOS CENTRO DE MONITOREO Y CONTROL – ABC OFICINA CENTRAL CENTRO DE MONITOREO VÍAS BOLIVIA LA PAZ CENTRO DE MONITOREO ABC LA PAZ	4.663.000,00
TOTAL			4.663.000,00

IMPLEMENTACIÓN LABORATORIO DE METROLOGÍA			
ITEM	Cantidad	DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	1	LABORATORIO DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA	837.000,00

TOTALES	COSTO ESTIMADO \$US
ESTUDIO DE DETERMINACIÓN EFECTIVA DE PEAJES Y PESAJES EN LA RVF	1.353.975,29
16 BALANZAS PORTÁTILES	1.357.759,11
4 SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES	5.747.509,93
4 SISTEMAS INTELIGENTES DE COBRO DE TASA DE PEAJE	3.600.000,00
IMPLEMENTACIÓN 1 CENTRO DE DATOS, 1 CENTRO CONTINGENCIA Y 3 CENTROS DE MONITOREO	4.433.533,03
IMPLEMENTACIÓN DE LABORATORIO DE METROLOGÍA	836.765,00
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>17.329.542,36</b>

### 8.1.1 Implementación De La Fase 1:

Para la implementación de la fase 1, como se puede evidenciar en el diagrama Gantt anexo, se ha considerado dentro de la ruta crítica la adquisición de las balanzas portátiles las cuales serán utilizadas por el adjudicado para realizar el 'Estudio de determinación efectiva de peajes y pesajes en la RVF', así mismo el adjudicado puede iniciar con las implementaciones de las estaciones de peaje, las cuales dentro de la doble vía La Paz – Oruro ya presentan ensanchamientos de plataforma para tal efecto.

De la misma manera al no estar dentro de la ruta crítica, los centros de datos y monitoreo pueden ser realizados.

La construcción de las estaciones de control de pesos y dimensiones vehiculares así como el laboratorio estarán sujetos a los resultados del el 'Estudio de determinación efectiva de peajes y pesajes en la RVF'.

### 8.1.2 Agrupaciones Para La Licitación De Obras

La implementación de un sistema inteligente de transporte amerita para un efectivo diseño, implementación y puesta en marcha una intervención multidisciplinaria de

capacidades las cuales deben considerar personal con conocimiento de construcción civil en carretera los cuales aseguren un buen diseño y construcción de las infraestructuras y pavimento de las estaciones; así mismo se requiere de personal con conocimiento de tecnología de punta en lo que se refiere a comunicaciones y automatización, ramas de la electrónica que permitirán la implementación de procesos automatización tanto en peaje como en pesaje así como su posterior transmisión de datos y su procesamiento dentro de los respectivos servidores en los centros de datos; finalmente es necesario personal con conocimiento en metrología, principalmente en magnitudes físicas de masa para la elaboración del laboratorio de verificación de balanzas; sin embargo lo más importante para poder aprovechar del procesamiento efectivo de sus datos es una adecuada integración de todos los sistemas mencionados.

De las experiencias de otros países en la implementación de sistemas integrados así como de la experiencia de la Administradora Boliviana de Carreteras en la implementación de estaciones de peaje y pesaje se ha concluido que cuando la construcción de la obra civil , implementación de tecnología y su integración es realizada por una sola empresa adjudicada se asegura no solamente que la obra civil sea la adecuada para la implementación de la tecnología propuesta sino también un efectivo servicio de mantenimiento preventivo correctivo a posteriori, donde el adjudicado no podrá deslindarse de responsabilidades arguyendo que la tecnología u obra civil no fueron adecuadamente implementadas, situación muy común en implementaciones parciales de estos tipos de sistemas donde los primeros adjudicados proveen obra civil y posteriormente otros la tecnología.

Dada esta justificación se ha considerado para su licitación una sola agrupación la cual asegure una integración efectiva de los distintos subsistemas, lo cual además es crucial por ser la Fase 1 quien proveerá de los lineamientos para la ampliación del ITS-RVF en la Red Vial Fundamental.

Si bien dentro de la Institución ABC tiene experiencia en la gestión para la construcción de estaciones de peaje y pesaje, la implementación de un sistema electrónico integrador de las estaciones de peaje y pesaje y control metrológico no han tenido experiencia de implementación dentro de territorio nacional por lo cual se ha considerado para esta licitación la modalidad llave en mano con el objetivo de tener una solución tanto en diseño como construcción acorde al estado del arte vigente en sistemas inteligentes de transporte, precautelando un diseño actual y adecuado y previendo una implementación a corto tiempo dada la imperiosa necesidad de su emplazamiento.

## 8.2 OTRAS FASES

A continuación se desglosa el alcance de implementación y presupuesto referencial de las posteriores fases a ser implementadas.

- FASE 2 - CONTRATO BID N° 3540**

ITEM	UBICACIÓN	TIPO DE ESTACIÓN	ESTADO	MONTO \$US
1	TAMBO QUEMADO	PEAJE	CONSTRUCCION	900.000,00
2	PATACAMAYA II	PEAJE	CONSTRUCCION	900.000,00
3	AGUIRRE	PEAJE	CONSTRUCCION	900.000,00
4	PADRESAMA	PEAJE	CONSTRUCCION	900.000,00
5	VILLA TUNARI	PEAJE	CONSTRUCCION	900.000,00
6	PARIA	PEAJE	CONSTRUCCION	900.000,00
7	CAIHUASI	PEAJE	CONSTRUCCION (Reubicación)	900.000,00
8	PAROTANI	PEAJE	CONSTRUCCION	900.000,00
9	SUTICOLLO	PEAJE	REFACCIÓN Y FORTALECIMIENTO	900.000,00
10	IVIRGARZAMA	PESAJE	CONSTRUCCION	3.000.000,00
11	PADRESAMA	PESAJE	CONSTRUCCION	1.500.000,00
12	CENTRO DE MONITOREO ABC COCHABAMBA			700.000,00
13	CENTRO DE MONITOREO VIAS BOLIVIA COCHABAMBA			700.000,00
TOTAL				14.000.000,00

• **FASE 3 - 18 TESAS DE ESTACIONES DE PESAJE EN ELABORACIÓN – EN BUSQUEDA DE FINANCIAMIENTO**

SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES							
ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	4	TAMBO QUEMADO – PATACAMAYA	TAMBO QUEMADO	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000
2	4	PISIGA – ORURO	SABAYA	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000
3	4	ORURO – PISIGA	ACHACOLLO	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	800.000
4	4	SACABA - COLOMI	AGUIRRE	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000
5	4	D-MONTERO – WARNES-MONTERO	MONTERO	DINAMICA	SI	CONSTRUCCIÓN	1.500.000
6	4	PUERTO SUAREZ - ROBORE	PUERTO SUAREZ	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000
7	3	COTAPATA-CARANAVI	SANTA BARBARA	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	800.000
8	3	LA CUMBRE-UNDUAVI	URUJARA	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.600.000
9	10	LOS TRONCOS - OKINAWA - LOS TRONCOS	D-LA REFORMA	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	2.400.000
10	9	SANTA CRUZ-LA GUARDIA-SANTA CRUZ	D-La Guardia	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	2.400.000
11	12	PISIGA - ANCARAVI	ANCARAVI	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000

SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES							
ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
12	5	POTOSI - BATENZOS	AZANGARO	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	800.000
13	2	HUARINA - RIO SECO	PEÑAS	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000
14	43	CAPIRI - NAZACAR A	CAPIRI	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	800.000
15	1	POTOSÍ - SAN ANTONIO	SAN ANTONIO	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000
16	7	PARACAY A - EPIZANA	MONTE PUNKU	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	800.000
17	23	PARACAY A - AIQUILE	CRUCE VACAS	UNIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	800.000
18	1	VINTO - SORA - VINTO	D-SORA	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	3.000.000
TOTAL							24.100.000

• RESUMEN FASES 1, 2 y 3

FASES	Monto US\$
FASE 1 – Préstamo BID N° 3385/BL-BO	17.031.471,53
FASE 2 – Préstamo BID N° 3540	14.000.000,00
FASE 3 – TESA en búsqueda de financiamiento	24.100.000
GRAN TOTAL	55.131.471,53



• FASE 4 - EN BÚSQUEDA DE FINANCIAMIENTO

IMPLEMENTACIÓN CENTROS DE DATOS Y CENTRO DE MONITOREO			
ITEM	Cantidad	DETALLE	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	1	CENTRO DE MONITOREO GERENCIA ABC REGIONAL SANTA CRUZ	700.000
2	1	CENTRO DE MONITOREO VIAS BOLIVIA, Of. SANTA CRUZ	700.000
TOTAL			1.400.000,00

SISTEMA INTELIGENTE DE COBRO DE TASA DE PEAJE				
ITEM	ruta	NOMBRE ESTACIÓN DE PEAJE	ACCIÓN A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	12	SABAYA	CONSTRUCCIÓN NUEVO	900.000
2	12	VITO	CONSTRUCCIÓN NUEVO	900.000
3	4	SAN CARLOS	REUBICACIÓN	800.000
4	4	PUESTO MENDEZ	REUBICACIÓN	900.000
5	4	NARANJAL	REUBICACIÓN	800.000
6	4	CARIBE	REUBICACIÓN	800.000
7	4	SAN JOSE I	CONSTRUCCIÓN NUEVO	900.000
8	4	SAN JOSE II	REUBICACIÓN	600.000
9	4	PUERTO SUAREZ	CONSTRUCCIÓN NUEVO	900.000
10	9	PEDRO LORENZO	REUBICACIÓN	900.000
11	9	BOYUIBE II	CONSTRUCCIÓN NUEVO	900.000
12	9	CHIMEO	ADECUACIÓN	800.000
TOTAL				10.100.000

- FASE 5 - CON FINANCIAMIENTO CONTEMPLADO EN PROYECTO CRECE DEL BANCO MUNDIAL**

SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES							
ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	9	TRINIDAD-CASARABE -TRINIDAD	D-CASARABE	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	3.000.000
2	9	TRINIDAD-SAN RAMON-TRINIDAD	D-SAN RAMON	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	3.000.000
TOTAL							6.000.000

SISTEMA INTELIGENTE DE COBRO DE TASA DE PEAJE				
ITEM	RUTA	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	ACCIÓN A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	9	ELVIRA	REUBICACIÓN	900.000
2	9	GUARAYOS II	CONSTRUCCIÓN NUEVO	900.000
3	9	GUARAYOS	ADECUACIÓN	800.000
4	9	SAN RAMON	ADECUACIÓN	800.000
5	9	SAN RAMON II	CONSTRUCCIÓN NUEVO	900.000
6	9	SINAI	ADECUACIÓN	800.000
TOTAL				5.100.000

GRAN TOTAL (EN PROYECTO CRECE – BM )	11.100.000
--------------------------------------	------------

- **FASE 6 - CONTEMPLADO EN DISEÑO TESA DE CARRETERA TRINIDAD-PUERTO USTAREZ CON FINANCIAMIENTO DE CHINA**

SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES CON SISTEMAS INTELIGENTES DE COBRO DE TASA DE PEAJE							
ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE	NOMBRE ESTACIÓN	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	9	TRINIDAD-PUERTO USTAREZ	MOCOVI	CARRIL DE PEAJE CON BALANZA DINÁMICA	NO	CONSTRUCCIÓN (PEAJE CON CARRIL DE	1.000.000
2	9	PUERTO USTAREZ-TRINIDAD	PUERTO USTAREZ	CARRIL DE PEAJE CON BALANZA DINÁMICA	NO	CONSTRUCCIÓN (PEAJE CON CARRIL DE	1.000.000
3	9	PUERTO USTAREZ-TRINIDAD	LA MOROÑA	ESTACIÓN DE PESAJE	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000
TOTAL							3.200.000

### 8.3 Otros Contratos

- **CONTRATO ABC Nº 283/15 GNT-SCV-ABS-BID**

ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	ESTADO ACTUAL DE AVANCE
1	1	RIO SECO-DESAGUADERO	LAJA	UNIPLATA FORMA	NO	ADQUISICION EQUIPOS Y INSTALACION	BID A CONCLUIRS E 2016
2	9	VILLAMONTES-MACHARETI	CHIMEO	UNIPLATA FORMA	NO	ADQUISICION EQUIPOS Y INSTALACION	BID A CONCLUIRS E 2016
3	5	SUNCHU TAMBO – PUENTE SACRAMENTO	SUNCHU TAMBO	UNIPLATA FORMA	NO	ADQUISICION EQUIPOS Y INSTALACION	BID A CONCLUIRS E 2016

- **CON FINANCIAMIENTO EN CONSTRUCCION DE DOBLE VÍA RIO SECO - DESAGUADERO**

SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES							
ITEM	RUTA	SENTIDO DE CONTROL DE TRAFICO	NOMBRE ESTACIÓN DE PESAJE	TIPO DE BALANZA PUNITIVA	NECESIDAD DE BALANZA SELECTIVA	ACTIVIDAD A REALIZAR	PRESUPUESTO ESTIMADO \$US
1	1	DESAGUADE RO-RIO SECO	DESAGUADERO	MULTIPLATAFORMA	NO	CONSTRUCCIÓN	1.200.000
TOTAL							1.200.000

## **ANEXO I**

### **ESTADO DEL ARTE EN SISTEMAS DE PESAJE**

## ESTADO DEL ARTE EN SISTEMAS DE PESAJE

### 1. NORMATIVA INTERNACIONAL VIGENTE Y CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PESAJE POR EXACTITUD DE SUS MEDICIONES

Los sistemas de pesaje, así como todo tipo de instrumento de medición están regidos por normativas denominadas de control metrológico, cuyo objetivo es asegurar el buen funcionamiento y uso de dichos instrumentos: antes de su incursión en el mercado y durante su uso.

Fruto de un trabajo exhaustivo a nivel internacional de los distintos grupos de trabajo de expertos se han elaborado normas internacionales de instrumentos de medición dentro del campo de la metrología legal (instrumentos inmersos en transacciones comerciales, salud y medio ambiente) con el aval del Buró Internacional de Pesas y Medidas - BIPM entidad máxima en metrología (ciencia de las mediciones) a nivel internacional; dichas normativas son emitidas por la Organización Internacional de Metrología Legal – OIML. Pese a dichas normativas internacionales existen otras normativas de impacto internacional elaboradas en países específicos desarrollados como son las normas ASTM, NBS, otras.

En el caso de sistemas de pesaje se presentan las siguientes normativas internacionales:

- **OIML R-76:2004 “Instrumentos de pesaje no automáticos – Requerimientos metrológicos y técnicos”.**

La cual indica como clasificar las balanzas no automáticas y los ensayos que se deben hacer en su aprobación de modelo y verificaciones periódicas.

Conforme a esta norma se realiza la siguiente clasificación por exactitud:

CLASE DE EXACTITUD	SÍMBOLO
Especial	I
Fina	II
Media	III
Ordinaria	IIII

Tabla 4 Clases de exactitud de balanzas según OIML R - 76

Donde los sistemas de pesaje de camiones corresponden a la Clase Media III con un Error máximo permitido por norma de 3d (tres veces su división de escala) o lo que es 60 kg con d=20kg.

Esta normativa fue adoptada como Norma Boliviana NB 23001.

- **OIML R-134:2004 “Instrumentos automáticos para el pesaje de vehículos en movimiento en carreteras – Pesaje total vehicular”.-**

Por medio de la cual se clasifica las balanzas de pesaje en movimiento o dinámicas por su exactitud y determina que pruebas deben realizarse en las estaciones de pesaje.

Según la OIML R134 puede clasificarse por su exactitud en:

CLASE DE EXACTITUD POR MASA VEHICULAR	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE EN PORCENTAJE DE VALOR CONVENCIONAL DE MASA VEHICULAR
0,2	± 0,20 %
0,5	± 0,50 %
1	± 1,00 %
2	± 2,00 %
5	± 5,00 %
10	± 10,00 %

Tabla 5 Clases de exactitud de balanza según OIML R - 134

- **ASTM 1318-09 “Especificaciones estándares para Sistemas de pesaje en movimiento (WIM) en carretera y métodos de prueba”.**

Donde indica como clasificar las balanzas dinámicas y las características que debe tener el pavimento antes y después de la balanza dinámica para asegurar el buen funcionamiento de la misma conforme a la normativa ASTM, el cumplimiento de la exactitud de las balanzas WIM depende en gran magnitud del cumplimiento de las condiciones de la plataforma de pavimento rígido donde es emplazada.

- **COST 323.** Son las recomendaciones a nivel Europeo para el uso de sistemas de pesaje en movimiento. Es el equivalente a la norteamericana ASTM 1318-09.

## 2. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE PESAJE POR SU USO

Según la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) los instrumentos de pesaje se clasifican en:

- Instrumentos pesaje no automáticos (estáticos)
- Instrumentos de pesaje automáticos (dinámico)

### a) Instrumentos pesaje no automáticos (estáticos).

Los cuales para su proceso de medición necesitan de la intervención directa o indirecta de la mano del hombre.



De acuerdo a su funcionalidad, las balanzas estáticas para pesar camiones se pueden clasificar en:

- **Balanza de pesaje bruto total.**

Comprende una plataforma compuesta al menos de 2 secciones de pesaje que permite medir el peso bruto del vehículo en una sola operación.



**Balanza De Peso Bruto Total**



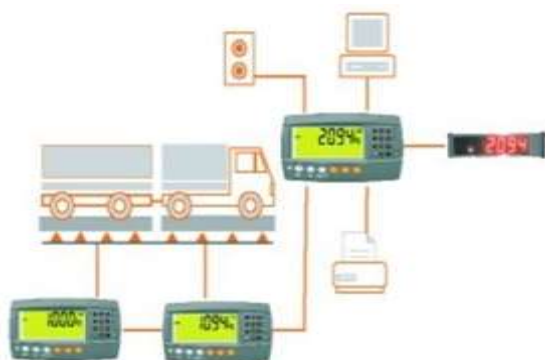
**Puesto De Control Ivirgarzama (Cochabamba)**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta exactitud de medida</li> <li>• (Error máximo permitido de 60 kg a capacidad máxima con d=20 kg, OIML R76)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No permite determinar el peso por eje o grupo de ejes vehiculares</li> <li>• Despacho de vehículos pesados en un tiempo considerable.</li> </ul>

**Tabla 6 Características de balanzas de Peso Bruto Total**

- **Balanza de pesaje por ejes y grupos de ejes multiplataforma.**

Comprende 2 o más plataformas independientes que permiten medir el peso bruto del vehículo y a la vez el peso de los ejes y grupos de ejes individuales.



**Balanza Multiplataforma**



**Puesto De Control Jayac Mayu (Potosí)**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta exactitud de medida</li> <li>• (Error máximo permitido de 60 kg a capacidad máxima con d=20 kg, OIML R76)</li> <li>• Permite determinar el peso por eje o grupo de ejes vehiculares del total vehicular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despacho de vehículos pesados en un tiempo considerable.</li> </ul>

**Tabla 7 Características de balanzas multiplataforma**

- **Balanza uniplatforma de pesaje por ejes y grupos de ejes**

Comprende una plataforma de dimensiones reducidas, que permite pesar un eje simple o un grupo de ejes a la vez. La sumatoria de ejes proporciona el peso bruto total del camión.



**Balanza Uniplatforma**



**Puesto De Control La Enconada (Santa Cruz)**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta exactitud de medida</li> <li>(Error máximo permitido de 60 kg a capacidad máxima con <math>d=20</math> kg, OIML R76)</li> <li>Permite determinar el peso por eje o grupo de ejes vehiculares del total vehicular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demora considerable en el despacho de vehículos pesados en un tiempo considerable, por su proceso de mediación por cada grupo de ejes.</li> </ul>

Tabla 8 Características de balanzas uniplataforma

### • Instrumentos pesaje automáticos (pesaje dinámico)

Los cuales para su proceso de medición no necesitan de la intervención directa o indirecta de la mano del hombre.

ASTM 1318-2009 clasifica a los sistemas de pesaje dinámico o WIM (Weigh in motion) por su exactitud en:

FUNCIÓN	TOLERANCIA AL 95 % DE CUMPLIMIENTO				
	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	
Carga por llanta	$\pm 25\%$	---	$\pm 20\%$	$\geq 2300$ kg	$\pm 100$ kg
Carga por eje	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$	$\pm 15\%$	$\geq 5400$ kg	$\pm 200$ kg
Carga por grupo de ejes	$\pm 15\%$	$\pm 20\%$	$\pm 10\%$	$\geq 11300$ kg	$\pm 500$ kg
Peso bruto del vehículo	$\pm 10\%$	$\pm 15\%$	$\pm 6\%$	$\geq 27200$ kg	$\pm 1100$ kg
Velocidad	(16-130) km/h	(24-130) km/h	(16-130) km/h	(3-16) km/h	

Tabla 9 Clasificación de balanzas por exactitud según ASTM 1318-09

### 3. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS POR LA VELOCIDAD DE USO

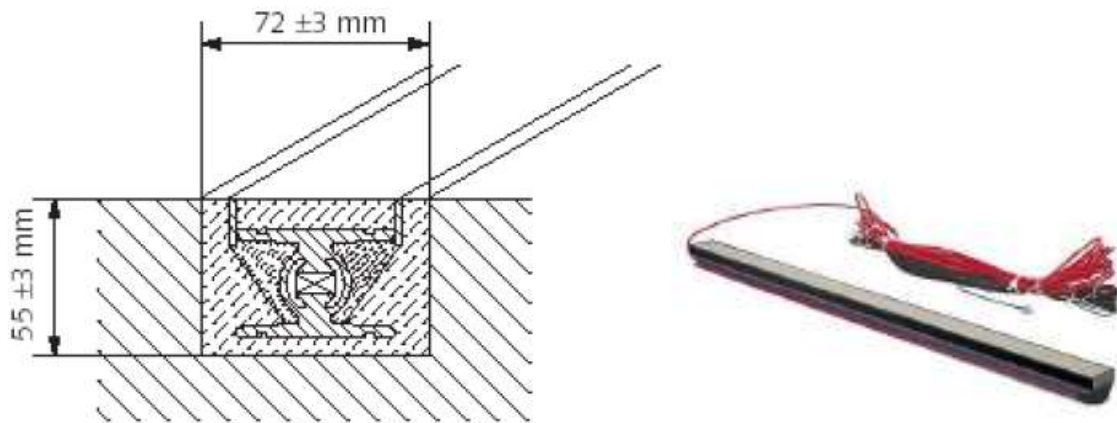
- SSWIM, son sistemas de pesaje dinámico de baja velocidad (desde 3 km/h hasta 20 km/h) cuya característica es su alta exactitud correspondiente a tipo III y tipo IV según ASTM.
- HSWIM, son sistemas de pesaje dinámico de alta velocidad (desde 16 km/h hasta 130 km/h) cuya característica es su baja exactitud correspondiente a tipo I y tipo III según ASTM, principalmente utilizados para control selectivo en carretera o áreas de preselección.

#### 4. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS POR EXACTITUD Y TECNOLOGÍA

Respecto a su tecnología y exactitud se presentan los siguientes tipos:

- **Sistemas piezoeléctricos:**

Consiste de transductores piezos empotrados en carretera, el sensor es utilizado para medir peso, paso de llantas o grupo de ejes. Adecuadamente emplazado puede llegar a exactitudes de hasta 15%.



Sistema De Pesaje Dinámico Con Sensores Piezoeléctricos

Tecnologías de cuarzo, permiten mejores exactitudes de hasta 5 % a velocidades hasta de 120 km/h con insensibilidad a la temperatura. El sistema es de fácil instalación pero complejo mantenimiento teniendo que ser desempotrado para reparación.

La tecnología ha desarrollado modelos y alternativas a los sensores piezos utilizando fibra óptica permitiendo mayores prestaciones (medición de ancho de llanta), mayor tiempo de vida y facilidades en instalación.

- **Sistema bending plate**

Consiste de dos placas preferentemente metálicas ubicadas adyacentemente con galgas extensiométricas. Su instalación amerita la excavación del pavimento y empotramiento de las placas. Apropiadamente instalado presenta exactitudes de 10% hasta 3% (2sigma).

Su mantenimiento es regularmente complejo, donde las placas deben ser desarmadas y reinstaladas los sistemas electrónicos de galgas adheridas a la placa.



**Sistema De Pesaje Dinámico Con Placas Bending Plate**

- **Sistema con celdas de carga**

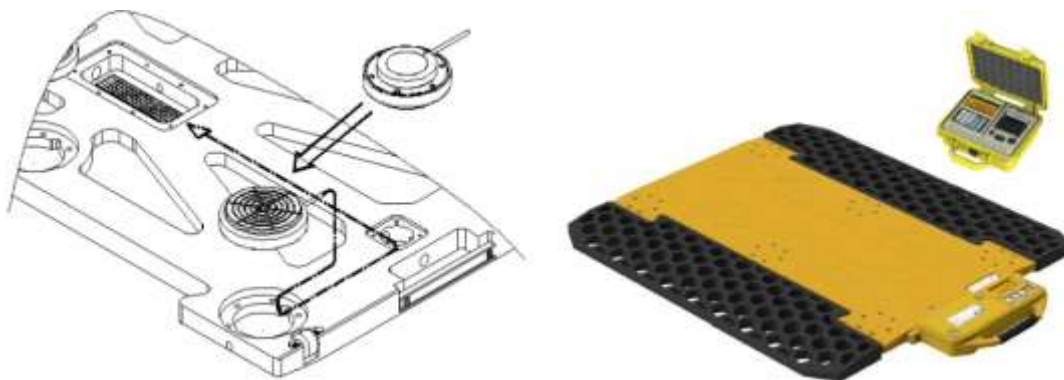
El cual por medio de celdas de carga digitales permiten la medición de peso con alta exactitud, se presentan sistemas:

Con una celda de carga, con celda hidráulica ubicada en el centro de la plataforma, permite exactitudes de 6% hasta 2% a 10 km/h.



**Sistema De Pesaje Dinámico Con Celdas De Carga Hidráulica**

Con varias celdas de carga, con 4 celdas de carga digitales permite exactitudes de hasta 3%.



**Sistema De Pesaje Con Celdas De Carga Digital O Analógica**

La incorporación de celdas de carga digitales dentro de la estructura de pesaje dinámico provee alta exactitud en sus mediciones y mayor flexibilidad en el mantenimiento del sistema.

- **Sistemas en desarrollo: WIM con sensores de Fibra óptica**

Pruebas en desarrollo utilizando fotodiodos como sensores, donde cuando se presiona la fibra óptica el fotodiodo detecta la pérdida de luz y transduce su valor.

Se espera llegar a exactitudes similares a los sistemas estáticos de pesaje siendo prometedora su desarrollo.

## **5. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS POR APLICACIÓN EN CARRETERAS**

En ese sentido puede haber las siguientes aplicaciones:

- Balanzas fijas dinámicas de selección (no punitivas con una exactitud de 20% hasta 5%), de alta velocidad, las cuales pueden ser implementadas en carretera o en carriles especiales de preselección vehicular pesado en estaciones de pesaje.
- Balanzas fijas dinámicas de precisión (punitivas con exactitud de 5% a 2% o menor), de baja velocidad, utilizadas en estaciones de pesaje con carácter punitivo considerando el 2% de su exactitud (a 2 sigma).
- Balanzas portátiles dinámicas, no punitivas, utilizadas para selección, estudios de cargas, control móvil) con un margen de error del 3% a una velocidad menor a 10 km/h.

## 6. IMPORTANCIA DE LA OBRA CIVIL PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PESAJE EN LAS ESTACIONES DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES VEHICULARES

Obtener buenos resultados de medición, no está relacionado solamente con la mejor tecnología de equipo de pesaje en movimiento; si no que existe una relación crítica entre un buen pesaje principalmente en movimiento y las condiciones del pavimento rígido de la plataforma, como se indica en la siguiente tabla:

SISTEMA DE PESAJE EN MOVIMIENTO (Velocidad promedio de 50 km/h)	VARIACIÓN EN LA PLATAFORMA DE PAVIMENTO RÍGIDO			
TIPO DE SISTEMA	1 mm	2 mm	4 mm	5 mm
SISTEMA HIDRAULICO	2%	5%	12%	15%
SISTEMA BENDING PLATE	1%	7%	10%	18%
SISTEMA LINEAS KISTLER	3%	7%	10%	20%
SISTEMA PIEZO	5%	12%	15%	25%
SISTEMA BENDING PLATE A BAJA VELOCIDAD	2%	4%	8%	17%

Tabla 10 Afectación de las condiciones de superficie en el error porcentual del Sistema Dinámico

Los requerimientos de infraestructura de pavimento necesarios para el buen funcionamiento de los sistemas de pesaje están estipulados en la norma ASTM 1318-09 donde indica entre otros aspectos importantes que:

- Las tolerancias de variación de plataforma de concreto mínimas requeridas no deben exceder +/- 1 mm, lo ideal es un número menor a +/- 0.5 mm de error.
- Es necesario una plataforma de 60 m antes y 30 m después del sistema de pesaje en óptimas condiciones.
- Plataforma antes y después de la balanza, con pendiente longitudinal máxima de 2% y transversal máxima de 3%, debido a que éstas afectan a la medición
- El material de la plataforma debe ser concreto, debido a que el asfalto es propenso a deformarse y por consiguiente dañar los sensores de pesaje en movimiento.

Estos requerimientos son obligatorios y críticos para asegurar un buen funcionamiento de sistemas WIM y el cumplimiento de los errores del sistema declarados por el fabricante, así mismo se recomienda plataformas de pavimento rígido con 30 cm de espesor como mínimo.



## **ANEXO II**

### **ZONAS PRODUCTIVAS Y DE GENERACIÓN DE CARGA EN BOLIVIA**

## **ZONAS PRODUCTIVAS Y DE GENERACIÓN DE CARGA EN BOLIVIA**

Bolivia al ser un país en desarrollo, con un pujante movimiento económico principalmente fortalecido por la producción de hidrocarburos, del sector de la minería y granelera; presenta en su vasto territorio una serie de puntos de generación de carga y de acopio principalmente para su posterior uso en el desarrollo de productos derivados y exportación de materia prima y granos.

Es así que las zonas de producción y extracción de materia prima son una importante fuente de generación de carga que debe ser controlada, considerando que la mayoría de su transporte es realizado por medios de comunicación terrestre por carretera.

### **1. LA PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS**

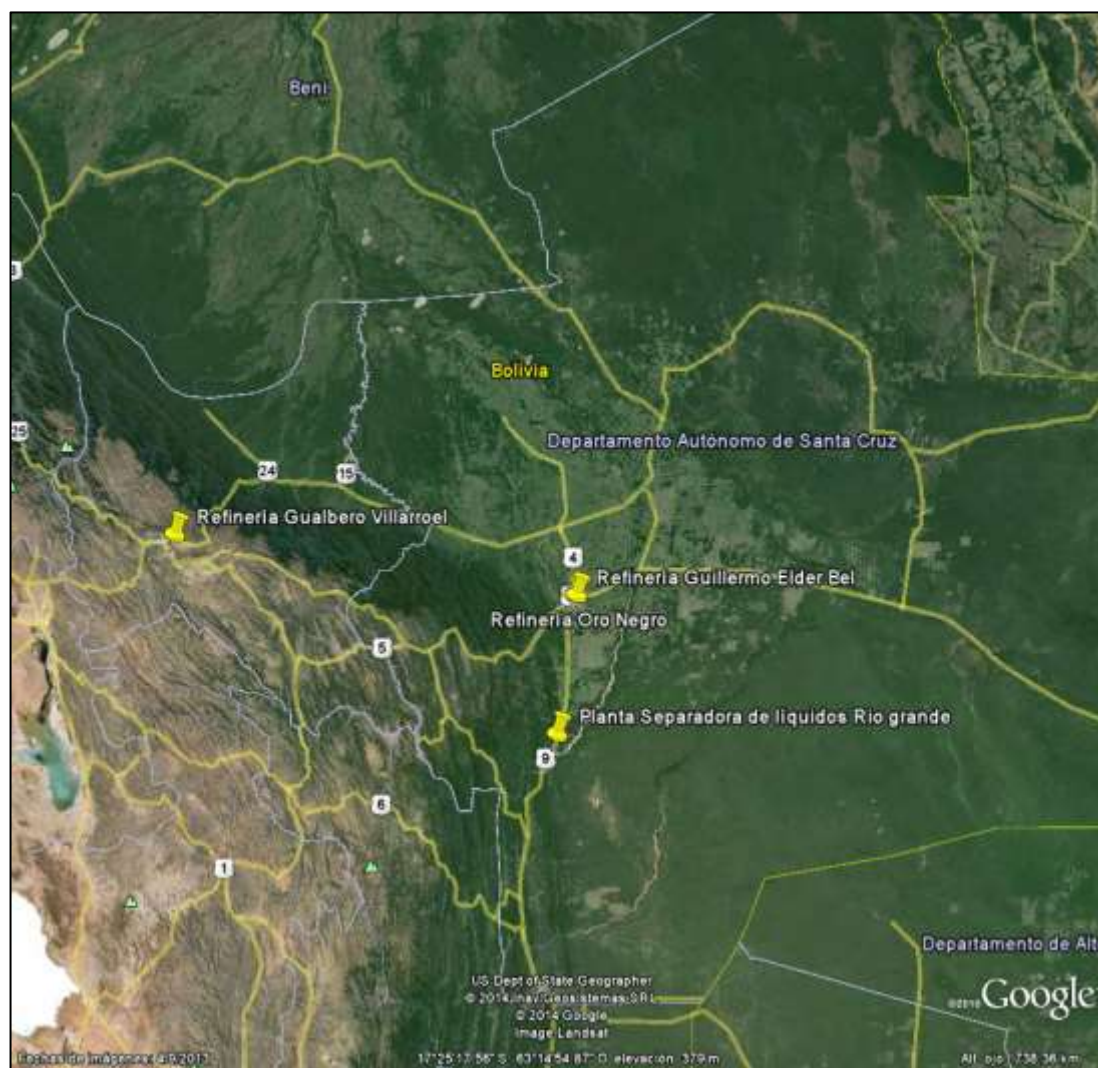
Según el boletín estadístico de YPFB, durante el primer trimestre del 2014, la producción bruta de gas natural alcanzó un promedio de 61,38 MMm<sup>3</sup>/día los cuales su mayoría es transportado por gasoductos para exportación y consumo interno; mientras que la producción de hidrocarburos líquidos (petróleo, condensado y gasolina natural) llegó a un promedio de 63,65 MBbl/día distribuido a nivel nacional por ductos y carreteras.

El departamento con mayor producción de hidrocarburos líquidos es Tarija con una producción promedio de 43,42 MBbl/día (68,22%), seguido por Chuquisaca con una producción promedio de 7,54 MBbl/día (11,85%), Santa Cruz con una producción promedio de 7,29 MBbl/día (11,46%) y Cochabamba con un promedio de 5,39 MBbl/día (8,48%).

Planta San Alberto al norte de Tarija, Planta Vuelta Grande de Chuquisaca, Planta Separadora de líquidos de Río Grande en Santa Cruz, esta última aledaña a la ruta 9 hacen de esta ruta preponderante su control vehicular por la magnitud de carga indicada que es transportada.

- La Producción de Gasolina Especial.

La Gasolina Especial es el combustible de mayor producción en el país. Las refinerías de YPFB Refinación S.A. produjeron, durante el primer trimestre del 2014, el 94,8% de este combustible del total consumido en el país.



**Figura 8 – Ubicación de las Plantas y Refinerías de GLP próximas a las Rutas 9 y 4.**

La producción de gasolina especial de enero a marzo del 2014 alcanzó un promedio de 19.024 Bbl/día, habiéndose incrementado en 4,2% en relación a la producción del mismo periodo del 2013. El mes de mayor producción fue enero, alcanzando un promedio de 19.228 Bbl/día (Refinería Gualberto Villarroel aportó 9.679 Bbl/día, Refinería Guillermo Elder Bell 8.534 Bbl/día y Refinería Oro Negro 1.016 Bbl/día). El mes de menor producción fue febrero con 18.763 Bbl/día (Refinería Gualberto Villarroel aportó 10.382 Bbl/día, Refinería Guillermo Elder Bell con 7.466 Bbl/día y Refinería Oro Negro 915 Bbl/día).

El Diesel Oil es el segundo combustible de mayor producción de las refinerías después de la gasolina especial. Durante el primer trimestre del 2013, el 92,7% de la producción de este combustible se realizó en las refinerías de YPFB Refinación S.A. y el restante 7,3% en la Refinería Oro Negro. La producción promedio de enero a marzo del 2014 alcanzó 15.547 Bbl/día volumen que superó a la producción promedio del 2013 en 7,09%.

La Planta de Separación de Líquidos Río Grande inició en el mes de agosto del 2013 la exportación de GLP a Paraguay con un volumen de 353,78 Tm., asimismo, en el mes de septiembre de 2013 comenzó la venta de GLP a Uruguay con un volumen de 108,24 Tm y

en el mes marzo de 2014 inició la exportación a Perú con 151 Tm. Durante el primer trimestre del 2014, la venta de GLP a los países mencionados fue de 10.303,04 Tm.

## 2. PRODUCCIÓN MINERA

En los últimos años, la minería ha retomado un rol importante en la economía, principalmente por el incremento de los precios internacionales de varios minerales. Bolivia sigue siendo un productor de peso internacional de minerales como estaño, oro, plata, plomo, zinc, antimonio, tungsteno y bismuto y posee depósitos, probados e inexplorados, importantes de litio, hierro y potasio.

Pese a que la minería dejó de ser la principal producción de Bolivia, los precios de los minerales han estado básicamente estable, lo que dio lugar a que dicha actividad siga siendo la principal del sector occidental, siendo el 99.4% de la producción zinc, plomo y estaño.



Figura 11 - Ubicación de algunas producciones mineras en el Sector Occidente

Se indica a continuación la capacidad productiva de las principales empresas mineras:



-La empresa Minera San Cristóbal y la empresa minera Sinchi Wayra, (Illapa) produjeron en la gestión 2014 más de 400.000 toneladas métricas finas de zinc, sumándole Manquiri con 1000 toneladas métricas finas de plata, los cuales llevan sus productos para su exportación a Chile, Perú así como su acopio en la Ciudad de Oruro.

-La mina Huanuni procesa 1.400 toneladas de estaño en bruto al día, pero el producto obtenido con ese volumen oscila entre 800 y 850 toneladas finas que se dirigen a la Empresa Metalúrgica de Vinto, según datos oficiales.

-Para contar con materia prima Vinto recurre a las minas de Huanuni, Colquiri, pequeñas cooperativas y mina Chorolque generando un alto tráfico de vehículos pesados transportando dichos insumos. Cuando el horno de Vinto funcione al 100%, se estima requerirá 18.200 toneladas por año.

Según los datos oficiales, la estatal Colquiri produce en la actualidad alrededor de 1.300 TMF por año, cuyo volumen se estima crezca a 3.200 TMF de estaño, lo que significa más del doble.

La producción en promedio de la Empresa Metalúrgica Vinto, entre 2009 y 2013, llegó a más de 11.000 TMF de lingotes de estaño.

-La empresa Metalúrgica Karachipampa ubicada en la ciudad Potosí tiene una capacidad para tratar 51.000 TMF por año de concentración de plomo y plata

-La Planta piloto de cloruro de Potasio y carbonato de Litio del municipio de Uyuni presenta una capacidad instalada de 12 mil toneladas métricas por año de Cloruro de potasio y 480 toneladas métricas por año de carbonato de Litio.

-La fábrica de ácido sulfúrico Eucaliptus ubicada en el municipio del mismo nombre en la ciudad de Oruro tiene una capacidad instalada para 24 mil toneladas métricas al año cuyo producto es transportado por transporte terrestre carretero.

-En el departamento de La Paz, la empresa minera Colquiri ubicada en el municipio del mismo nombre, produce año 1072 TMF de concentrados de estaño y 4434 toneladas métricas finas de concentrados de zinc, teniendo una capacidad de 1300 toneladas métricas por día.

### 3. PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

La producción agroindustrial del oriente boliviano fue convirtiéndose en un nuevo centro de desarrollo nacional. El cultivo más importante de este proceso ha sido la soya, actualmente con una superficie cultivada del orden del millón de hectáreas. Entre otros productos agrícolas de los llanos cabe mencionar la castaña, el café, el algodón, los frijoles, el sésamo y la caña de azúcar.

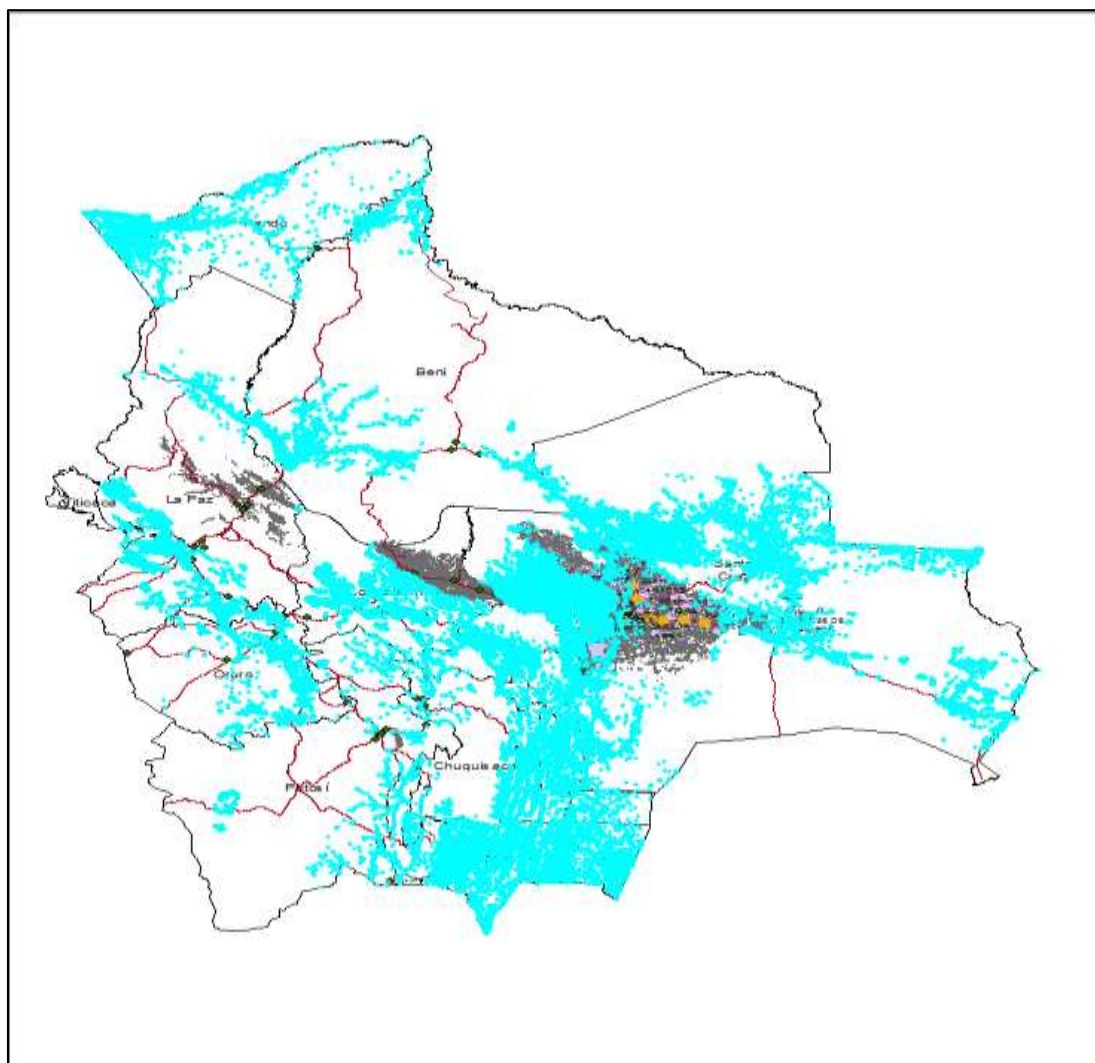


Figura 12 - Producción Agrícola (Fuente ViceMinisterio de Producción)

Referente a la producción en los llanos, la Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas de Santa Cruz – ANAPO es una de las principales Instituciones que aglutinan a todos los productores graneros, su última producción anual presenta las siguientes cantidades:



ZONA DE PRODUCCIÓN		PRODUCCIÓN DE SOYA EN TONELADAS	PRODUCCIÓN DE MAIZ EN TONELADAS	PRODUCCIÓN DE SORGO EN TONELADAS	PRODUCCIÓN TOTAL POR ZONA
ZONA ESTE DE SANTA CRUZ	Pailón	286.900	5.000	10.000	301.900
	Cuatro Cañadas	473.841	6.300	8.000	488.141
	San Julián	288.100	10.000	10.000	308.110
	El Puente	18.900	8.000	1.250	28.150
	Guarayos	10.400	11.250	1.500	23.150
	San José de Chiquitos	25.200	4.000	2.000	31.200
Subtotal		1.103.341	44.550	32.750	1.180.641
ZONA INTEGRADA	Sur Integrado	9.000	29.000	6.000	44.000
	Central Integrado	9.400	9.750	6.750	25.900
	Montero – Okinawa	115.600	2.500	1.500	119.600
	Minero– Peta Grande	622.122	52.380	16.250	690.752
	Montero – Yapacaní	49.800	8.750	1.250	59.800
Subtotal		805.922	102.380	31.750	940.052
TOTAL EN TONELADAS		1.909.263	146.930	64.500	2.120.693
GRAN TOTAL DE PRODUCCIÓN EN TONELADAS					64.500 toneladas

Tabla 11 –Producción en Toneladas de grano Santa Cruz - Anapo

La tabla de producción de grano indica un alto tráfico de carga que es enviada a las plantas de silos para su acopio y posterior envío para su procesamiento industrial o exportación.

Para la exportación o tratamiento a producto final, los granos son almacenados en centros de acopio dotados de silos, dicha actividad genera un alto tráfico vehicular pesado concentrado en las temporadas de cosecha en todo Santa Cruz, identificándose los siguientes silos y centros de acopio:

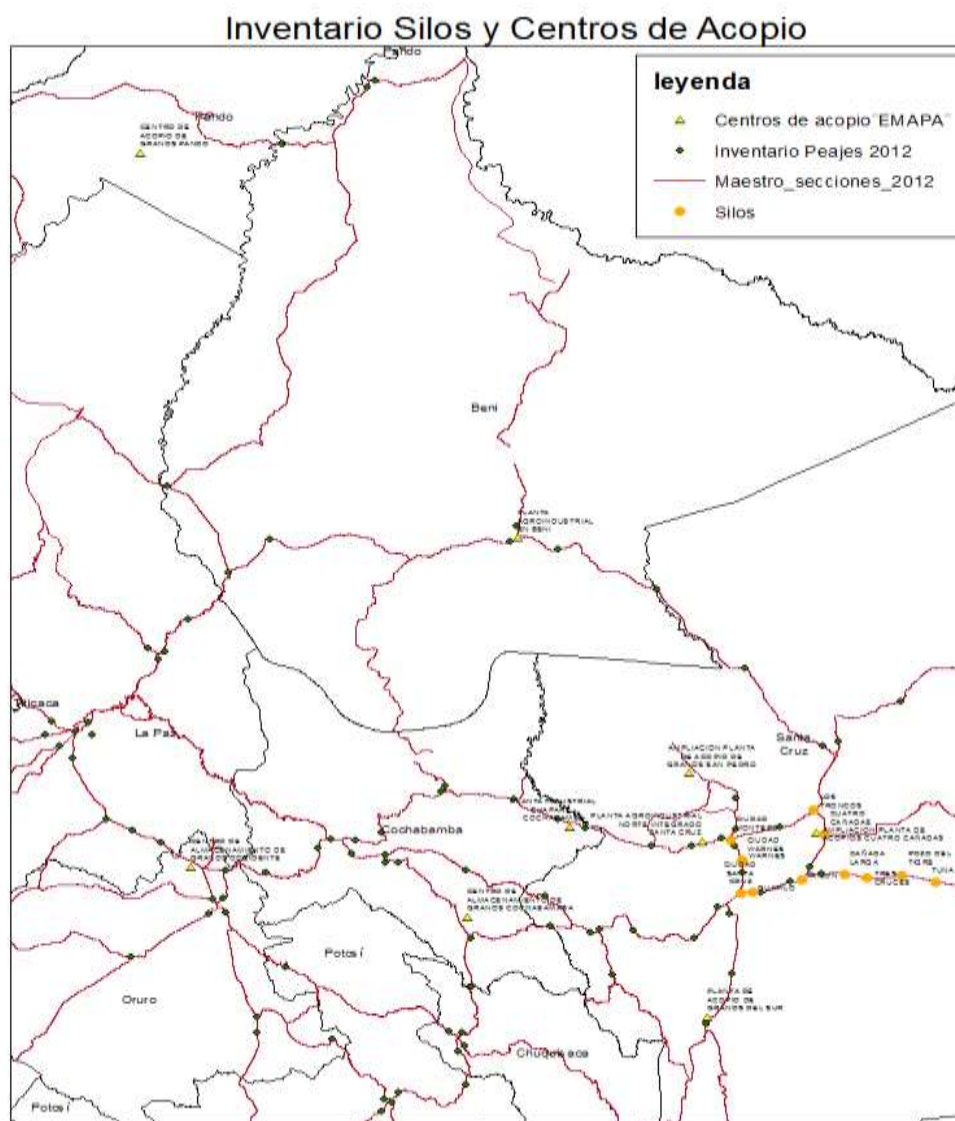
PROVINCIA	LOCALIDAD	COMUNIDAD	ZONA DE LOCALIZACION SILOS
Warnes	CIUDAD WARNES	WARNES	CIUDAD WARNES
Chiquitos	PAILON	PAILON	PAILON
Chiquitos	CAÑADA LARGA	CAÑADA LARGA	CAÑADA LARGA
Chiquitos	TUNAS	TUNAS	TUNAS
Chiquitos	POZO DEL TIGRE	POZO DEL TIGRE	POZO DEL TIGRE
Chiquitos	TRES CRUCES	TRES CRUCES	TRES CRUCES
Chiquitos	SAN JOSE DE CHIQUITOS	SAN JOSE	SAN JOSE DE CHIQUITOS
Ñuflo de Chávez	CUATRO CAÑADAS	CUATRO CAÑADAS	CUATRO CAÑADAS
Ñuflo de Chávez	LOS TRONCOS	LOS TRONCOS	LOS TRONCOS
Andrés Ibáñez	GUAPILO	GUAPILO	GUAPILO
Andrés Ibáñez	CIUDAD SANTA CRUZ	SANTA CRUZ	CIUDAD SANTA CRUZ
Obispo Santisteban	CIUDAD MONTERO	MONTERO	CIUDAD MONTERO
Warnes	WARNES	WARNES	WARNES

Tabla 12 - Silos de almacenamiento de grano en la zona de Santa Cruz

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	MUNICIPIO	UBICACIÓN	POBLACIÓN	NOMBRE CENTRO DE ACOPIO
Beni	Cercado	Trinidad	Trinidad	30000	PLANTA AGROINDUSTRIAL EN BENI
Pando	Madre de Dios	El sena	El sena	10000	CENTRO DE ACOPIO DE GRANOS PANDO
Santa Cruz	Obispo Santiesteban	San Pedro	San Pedro	100000	AMPLIACIÓN PLANTA DE ACOPIO DE GRANOS SAN PEDRO
Santa Cruz	Nuflo de Chavez	Cuatro Cañadas	Cuatro Cañadas	100000	AMPLIACION PLANTA DE ACOPIOS CUATRO CAÑADAS
Santa Cruz	Sara	Portachuelo	Portachuelo	50000	PLANTA AGROINDUSTRIAL NORTE INTEGRADO SANTA CRUZ
Cochabamba	Carrasco	Bulo Bulo	Bulo Bulo	30000	PLANTA INDUSTRIAL CHAPARE - COCHABAMBA
Santa Cruz	Cordillera	Cabezas	Cabezas	50000	PLANTA DE ACOPIO DE GRANOS DEL SUR

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	MUNICIPIO	UBICACIÓN	POBLACIÓN	NOMBRE CENTRO DE ACOPIO
Oruro	Cercado	Caracollo	Caracollo	70000	CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS OCCIDENTE
Cochabamba	Campero	Aiquile	Aiquile	70000	CENTRO DE ALMACENAMIENTO DE GRANOS COCHABAMABA

Tabla 13 - Centro de Acopio de la empresa EMAPA



De la información anterior se puede concluir que toda la producción granelera es almacenada principalmente al Norte y Este de Santa Cruz.

## **ANEXO III**

### **REDUCCIÓN DEL GASTO POR MANTENIMIENTO DE CARRETERAS POR MEDIO DEL CONTROL EFECTIVO DEL SOBREPESO VEHICULAR**

## REDUCCIÓN DEL GASTO POR MANTENIMIENTO DE CARRETERAS POR MEDIO DEL CONTROL EFECTIVO DEL SOBREPESO VEHICULAR

La construcción de una carretera tiene como objetivo proveer las bases al país para poder mejorar su movimiento económico nacional e internacional donde en el peor de los casos lo invertido por el país en carreteras sea recuperado por medio de la economía que genera la disponibilidad y uso de este medio de comunicación. En carreteras sin un sistema de control, los deterioros que puedan producirse por razón de sobrepesos tienden a ser un gasto permanente que a futuro se convierte en un problema más que en un medio de progreso.

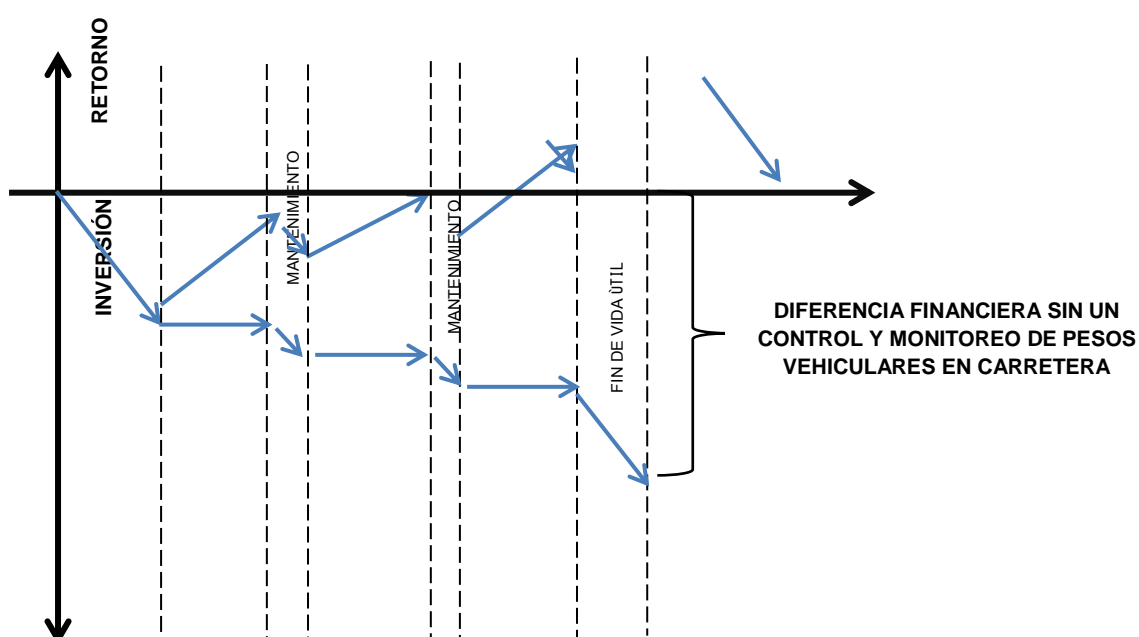


Figura 1 - Proyección Afectación Del Control Vehicular En Las Inversiones Realizadas En Carreteras

Casos de éxito en otros países han demostrado que la inversión y mantenimiento en un sistema de control y monitoreo de pesos vehiculares ha permitido reducir sus gastos en mantenimiento y rehabilitación de carreteras, siendo la implementación de estos controles en una solución al descontrolado y prematuro deterioro de las carreteras de la Red Vial Fundamental, como se puede evidenciar en los siguientes artículos.

La estrategia chilena de implementación de mecanismos de control de peso vehicular ha permitido que **“...por cada 1 Millón de dólares invertidos en programas de pesaje de camiones, 20 millones son ahorrados en mantenimiento de las principales autopistas y 27 millones ahorrados en costos de reparación de vías secundarias.”**

**“Los resultados indican que para 20 años una reducción en mantenimientos de 132 millones de dólares para autopistas y 83 millones para vías secundarias en donde es obligatorio el control de pesos”**

Fuente: [www.itsinternational.com](http://www.itsinternational.com)

### Chile's truck weight strategy scores highly

For every million dollars the Chilean Government has invested in truck weight enforcement, \$20M is being saved in maintenance of principal highways and \$27M taken off costs to repair secondary roads. So says a comprehensive report published by Chile's Ministry of Public Works last year.

The report gives results from a study of the economic effectiveness of three decades of investment in truck weight control in Chile by the Ministry's Department of Weighing (DvW) in partnership with RST Traffic.

Fixed weight stations are now operational across a substantial portion of Chile's main lane highways, with mobile units used on single carriageway roads. With data gathered on overhauling, revenue from enforced penalties and the costs of introducing and operating weigh stations DvW has generated detailed analysis of the relationship between weight control investment and road maintenance savings.

According to the report, the findings are intended to inform decisions on future strategies of investment in Chile's road network.

The study considered a sample network of five stretches of highway including 700km in length and 28,000km of secondary road between them. Maintenance costs with and without truck overloading were determined for each section of road from

deterioration rates calculated using standard HCM4 (Highway Design & Maintenance) software. Values were input for a wide range of parameters on road construction and condition, climate, topography, vehicle type and axle loading.

These costs were calculated for a period of 20 years and compared with expected net operational expenditure on truck weight enforcement over the same period to reflect the general design life of pavements in Chile.

The results indicate 20 year reductions in maintenance of \$132M for highways and \$83M for secondary roads where weight control is enforced, against net operational costs of around \$6.3M for fixed weight stations, \$31M for highway and \$3.1M for mobile units (secondary roads); cost/benefit ratios are 1/20 and 1/27 respectively.

The Chilean Government has announced it intends to continue its strategy of truck weight control, with fixed weight stations extended to cover a greater proportion of its secondary road network.



The Chilean government has claimed huge road maintenance cost savings resulting from its truck weight enforcement program.

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

VíaToll Polonia comenzó su operación comercial de administración de peajes junto a un control de peso vehicular en 1560 km de carretera en una operación por 8 meses; al cabo de 3 meses de operación cerca de 60 millones de dólares fueron ahorrados.

Fuente: [www.kapsch.net](http://www.kapsch.net)

Kapsch TrafficCom

**160.000.000.**

With Kapsch TrafficCom, the world's most advanced truck weighing system, the road is always one step ahead.

Figura 2 - Casos De Éxito De Implementación De Mejores Mecanismos De Control De Sobre peso

La variación del peso por eje vehicular produce distintas tensiones y deformaciones en el pavimento, debido a lo cual se evidencian distintos grados de deterioro.

Dentro de un diseño de pavimentos, para tomar en cuenta esas diferencias, diferentes tipos de vehículos son convertidos en valores comunes de carga para el diseño, lo que constituye el número acumulado de Ejes Equivalentes de 18.000 lb (80 KN) en eje sencillo rodado sencillo que se espera el pavimento pueda soportar en su período inicial de desempeño.

En el método AASHTO – 93 para el diseño de pavimentos, estos tipos de vehículos circulantes se llevan a ejes equivalentes de 8.2 ton (18,000 libras) en eje simple, para finalmente transformarlas en un número que representa a todos los vehículos con sus

distintos pesos por eje, parámetro crítico para el diseño de pavimento y proyección de vida útil.

En ese sentido se presentan las cargas de referencia para determinar los ejes equivalentes por medio de la conocida ley de la cuarta potencia:





TIPO DE EJE	PESO DE REFERENCIA	GRÁFICA EJES Y GRUPOS DE EJES
SIMPLE – RUEDA SIMPLE	6.6 t	
SIMPLE – RUEDA DOBLE	8.2 t	
TANDEM – RUEDA DOBLE	15 t	
TRIDEM – RUEDA DOBLE	23 t	

Tabla 14 – Valor de ejes de referencia basados en el eje patrón de diseño

Aplicando la determinación de ejes equivalentes a todas las configuraciones vehiculares de la Ley N° 441 se tienen los siguientes factores (tabla completa anexa):

$$EE = \left( \frac{\text{Peso del eje medido}}{\text{Peso del eje referencia}} \right)^4$$





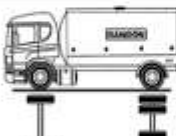


Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/ llantas	Long. Máx. [m]	Eje Delantero	Peso por eje en [Ton.]				Peso Máx. [Ton.]	Ejes Equivalentes
					Ejes Traseros					
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5		
CAMIONES										
1		1RS-1RS	11.5	7	7				14	2.5
2		1RS-1RS-1RS	12.2	7	7	7			21	3.8
3		1RS-1RD	11.5	7	11				18	4.5
4		1RS-1RD1RS	12.2	7	14				21	2.0
5		1RS-2RD	12.2	7	18				25	3.3

Tabla 15 - Cálculo del factor de ejes equivalentes en las configuraciones vehiculares de la Ley N 441

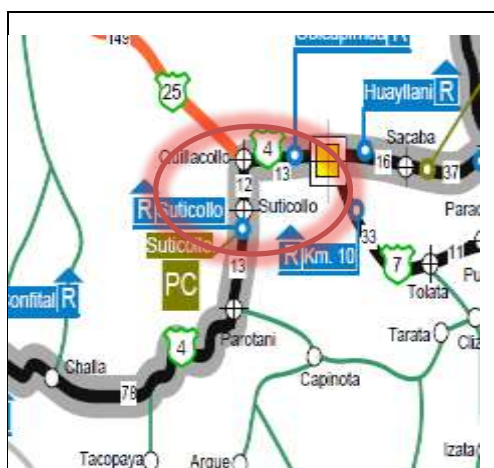

Este cálculo determina la equivalencia de los distintos tipos de configuraciones vehiculares habilitado para su circulación dentro de la Red Vial Fundamental considerando que todos ellos presentan pesos por ejes, pesos por grupos de ejes y peso bruto total dentro del cumplimiento de la Ley N° 441 “Ley de control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental”; situación que a la fecha es irreal donde, por ausencia de controles de peso vehicular en carretera los vehículos infringen dicha normativa.

Si hacemos el ejercicio calculando los ejes equivalentes solamente en los vehículos pesados que han transitado en un mes por Suticollo ingreso a Cochabamba se evidencian los siguientes ejes equivalentes (registro completo adjunto):

CONFIGURACION	Peso eje delantero	Peso 1er. Eje trasero (TM)	Peso 2do. Eje trasero (TM)	Peso 3er. Eje trasero (TM)	Peso 4to. Eje trasero (TM)	PESO BRUTO TOTAL	EJES EQUIVALENTES LEY N° 441	EJES EQUIVALENTES TRAFICO REAL	
51	4,80	9,20	9,50	3,95	6,10	43,40	4,7	2,7	
23	5,10	9,25	8,30	9,30	8,90	40,85	9,8	5,3	
41	6,90	13,90	6,55	6,75	5,50	39,60	5,9	9,9	OJO
50	6,10	10,00	6,20	1,25	8,60	40,25	4	2,1	
41	6,10	12,25	5,10	9,25	8,10	40,80	5,9	6,6	OJO
1	4,30	9,40	0,00	0,00	0,00	13,70	2,5	4,3	OJO
5	6,20	10,90	9,60	0,00	0,00	26,70	3,3	4,3	OJO
41	6,40	10,85	8,85	7,75	6,85	40,70	5,9	5,0	
5	6,15	10,55	9,25	0,00	0,00	25,95	3,3	3,8	OJO
1	3,75	8,85	0,00	0,00	0,00	12,60	2,5	3,3	OJO
23	7,70	9,45	9,15	9,25	9,65	45,20	9,8	7,8	
5	6,70	10,70	8,45	0,00	0,00	25,85	3,3	3,7	OJO
5	6,45	10,80	9,40	0,00	0,00	26,65	3,3	4,2	OJO
41	5,85	11,00	7,55	7,40	7,90	39,70	5,9	4,8	
50	7,15	8,90	7,80	4,60	8,60	44,55	4	3,0	
5	6,50	10,65	9,10	0,00	0,00	26,25	3,3	3,9	OJO
50	5,00	9,80	9,65	2,60	8,35	45,10	4	3,2	
5	7,85	9,50	8,20	0,00	0,00	25,55	3,3	3,9	OJO
5	7,20	9,45	10,40	0,00	0,00	27,05	3,3	4,5	OJO
41	5,55	13,25	5,25	7,80	9,20	41,05	5,9	8,2	OJO
23	6,80	10,25	8,25	9,45	9,80	44,55	9,8	7,2	
3	4,50	8,45	0,00	0,00	0,00	12,95	4,5	1,3	

Tabla 16 - Cálculo de ejes equivalentes a partir de datos de Suticollo Sentido Ingreso a Cochabamba

Del registro anexo se pueden generar los siguientes datos:

	
<b>Lugar de control</b>	Puesto de control de pesaje Suticollo (carril de ingreso), Cochabamba
<b>Estado del puesto de control</b>	Infraestructura insuficiente, equipamiento obsoleto
<b>Tiempo de muestreo de control</b>	30 días ininterrumpido

<b>Tipos de vehículos controlados</b>	Vehículos pesados acorde a Ley N° 441
<b>Cantidad de vehículos pesados</b>	7.398 vehículos
<b>Cantidad de vehículos pesados con algún nivel de sobrepeso</b>	5.626 vehículos
<b>Porcentaje de vehículos con algún nivel de sobrepeso</b>	76%

Figura – 3 Datos Generales – Determinación De Los Ejes Equivalentes Del Tráfico Pesado En El Puesto De Control Suticollo Ingreso - Cochabamba

Analizando los ejes equivalentes vehiculares considerando el máximo peso permitido por eje y grupo de ejes en cumplimiento de la Ley N° 441 y comparándolo con los Ejes Equivalentes calculado de lo realmente transitando por el puesto de control se tiene:

	CONSIDERANDO QUE LOS VEHICULOS CONTROLADOS CUMPLEN CON LA LEY N° 441	CONSIDERANDO LOS DATOS DE PESAJE PROVENIENTES DEL CONTROL VEHICULAR DEL PESAJE SUTICOLLO INGRESO	DIFERENCIA DE EJES EQUIVALENTES EXCEDENTES
Mediciones en un mes	30.459	53.382	22.923
Consideración de incremento lineal al año	365.508	640.584	275.076 (Correspondiente a un incremento del 75%)
Consideración de incremento lineal a los 20 años	7.310.160	12.811.680	5.501.520

Tabla 17 - Determinación De Ejes Equivalentes (Ee) De Vehículos Pesados Circulantes En Mayo 2014 Puestos De Control Suticollo

Del cuadro se puede analizar que:

- El tráfico lineal proyectado a 20 años en Suticollo considerando que no existe sobrepeso es de 7.310.160 EE. Si consideramos el tráfico sobrepesado real circulante, éste generará un valor de 7.310.160 EE a los 11,4 años; **lo cual evidencia un deterioro prematuro de la carretera con un 57% de EE adicionales por concepto de tráfico sobrepesado.**
- Considerando la hipótesis de que el tramo a prueba tuvo un promedio de 11.800.000 EE en su diseño de pavimento a 20 años de proyección:
- En el caso ideal de que no existió sobrepeso 7.310.160 EE representaría que se tuvo uso correspondiente a 12,4 años de diseño o 62,2 % de su capacidad de ejes equivalentes de diseño.
- En el caso real de circulación con sobrepeso 12.811.680 EE representaría que se tuvo un uso de 21,8 años de diseño o 108,9 % de su capacidad de ejes equivalentes de diseño es decir que **bajo estas condiciones de falta de control efectivo y exceso de sobrepeso vehicular el tramo carretero de manera prematura ha concluido con su tiempo de vida presentando daños severos.**

El ejercicio anterior demuestra porqué incrementan los gastos por concepto de conservación vial de las carreteras, puesto que el tiempo de vida útil en muchos tramos es reducido casi a la mitad por sobrepeso vehicular en tránsito; **esto implica que los mantenimientos y rehabilitaciones de tramos programados de manera preliminar para cierto periodo de tiempo casi se dupliquen.**

Esta situación demuestra la necesidad crítica, de manera específica, de mejorar los mecanismos de control de pesos y dimensiones vehiculares en Suticollo y de manera general las consecuencias de un sobrepeso en nuestras carreteras generando, en el ejercicio una reducción del tiempo de vida de nuestras carreteras.

Además se tiene que considerar que en muchos tramos carreteros principalmente de alto tráfico se ha evidenciado que su tráfico de diseño del pavimento existente ha sido superado cuantiosamente no sólo en número de vehículos circulantes sino también en la magnitud de las cargas transportadas y que ante una ausencia de control de peso se acelera aún más su deterioro. Es por ello que es fundamental avanzar en la implementación de un sistema ITS que genere la información adecuada para la toma de decisiones y desarrolle los sistemas de control y fiscalización, la infraestructura vial.

Los gastos realizados por concepto de rehabilitación oscilan los 380.000 \$us por kilómetro de carretera; lo que implicaría desde Tambo Quemado hasta Puesto Suarez con un aproximado de 1600 km un monto de 608.000.000 \$us el cual si consideramos las condiciones de sobrepeso suscitadas en el ejercicio realizado implicaría 954.560.000 \$us

para cubrir estas rehabilitaciones con los mismos niveles de calidad para el mismo periodo, es decir que **debido al sobrepeso vehicular y la falta de mecanismos de control efectivos se requeriría un gasto adicional de 346.560.000 \$us para la rehabilitación del corredor bioceánico.**

INCIDENCIA DEL SOBREPESO EN LOS COSTOS EN REHABILITACIÓN	
Gasto promedio por km en rehabilitación	380.000 \$us
Longitud aprox. Tambo Quemado – Puerto Suarez	1600 km
Costo total por rehabilitación	608.000.000 \$us
Costo total por rehabilitación (considerando sobrepesos)	954.560.000 \$us
Gasto adicional en rehabilitación en el corredor:	346.560.000 \$us
Gasto adicional <u>en rehabilitación</u> por km:	216.600 \$us

**Tabla 18 - Incidencia Del Sobrepeso En Los Costos En Rehabilitación**

En ese sentido se corrobora que la implementación efectiva de un sistema de control de pesos y dimensiones vehiculares en la Red Vial Fundamental permitirá:

- Mejorar el gerenciamiento de las carreteras
- Proveer datos estadísticos fidedignos de pesos vehiculares
- Realizar mejores y más adecuados programas de mantenimientos preventivo y correctivo basados en el uso real de carretera.
- Reducir el gasto en mantenimiento de carreteras por medio de la prevención.

La construcción de una carretera tiene como objetivo proveer las bases al país para poder mejorar su movimiento económico nacional e internacional donde en el peor de los casos lo invertido por el país en carreteras sea recuperado por medio de la economía que genera la disponibilidad y uso de este medio de comunicación. En carreteras sin un sistema que control, los deterioros que puedan producirse por razón de sobrepesos tiende a ser un gasto permanente que a futuro se convierte en un problema más que en un medio de progreso.

## **ANEXO IV**

### **INCIDENCIA PROMEDIO EN LA RECAUDACIÓN POR DEPARTAMENTO**

## INCIDENCIA PROMEDIO EN LA RECAUDACIÓN POR DEPARTAMENTO

El nivel de incidencia económica en las gestiones 2013 y 2014 de las recaudaciones es variable por cada departamento donde prepondera Santa Cruz, Cochabamba y La Paz principalmente debido a la alta circulación de vehículos de carga y pasajeros en el Corredor Bioceánico Central. En el gráfico siguiente, se representa la distribución por Departamento.

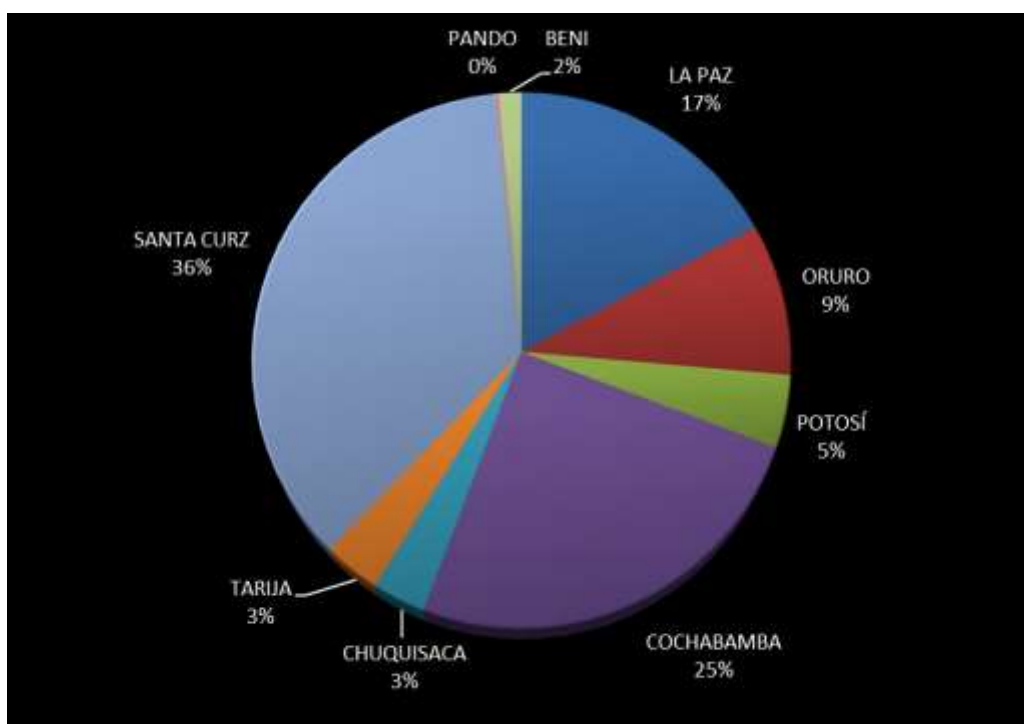


Figura 11 - Incidencia Por Departamento En La Recaudación De Peaje En La Rvf



## 1. ANÁLISIS ESPACIAL DE LA UBICACIÓN DE RETENES

De un análisis realizado de la ubicación de las estaciones de tasa de PEAJE versus distancia a las localidades como se evidencia en la siguiente gráfica:

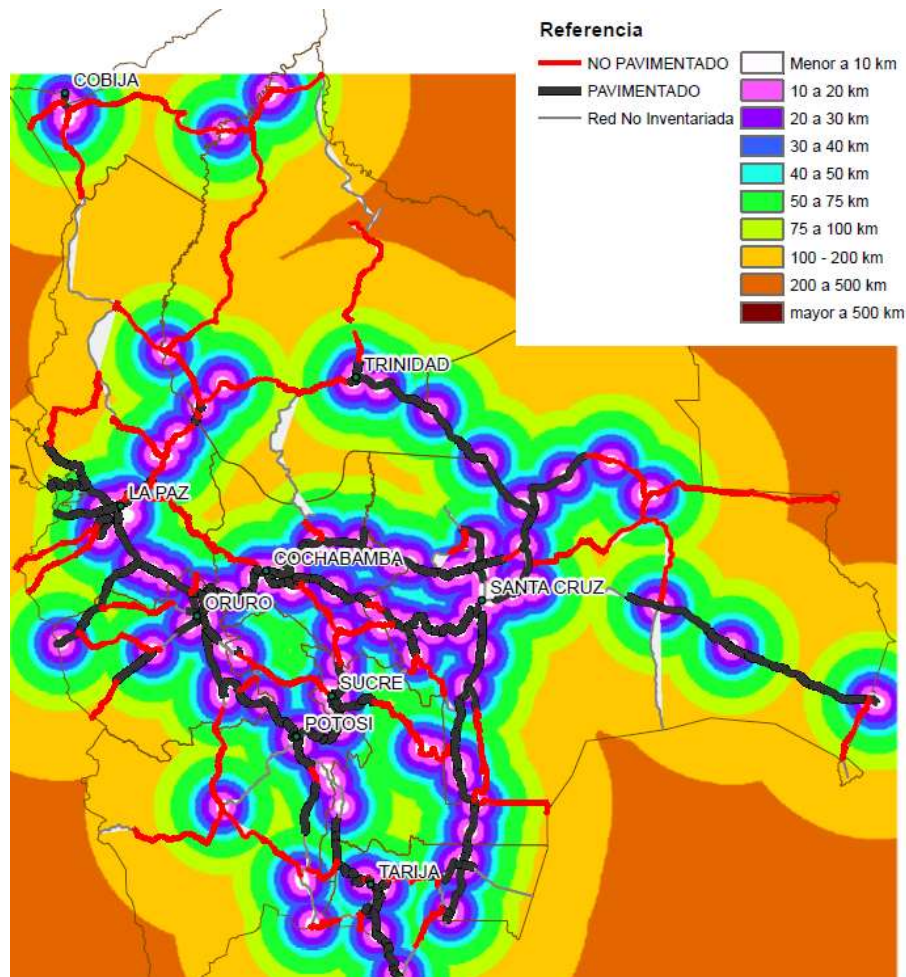


Figura 12 - Ubicación Espacial De Estaciones De Peaje

De dicho análisis, pese a que en algunos tramos carreteros de la RVF aún no se tiene presencia, de manera general se puede concluir que hay una buena cobertura de peajes los cuales están a menos del 50 km entre ellas cubriendo más del 90 % de la RVF pavimentada.

## 2. ANÁLISIS DE LA CLASIFICACIÓN VEHICULAR EN LA RVF

El análisis de los distintos tipos de clasificación vehicular que son utilizados para el cobro del peaje en la RVF demuestra la presencia de dos modos de clasificación trabajando simultáneamente a nivel nacional:

- **Clasificación por capacidad de carga:**

La Resolución Ministerial 7729 de 7 de Abril de 1992, estableció una escala de tasas de PEAJE por kilómetro y tasas fijas en algunas rutas especiales, en dicha resolución se estableció la siguiente clasificación vehicular:

ITEM	TIPO DE VEHÍCULO	CAPACIDAD DE CARGA
1	LIVIANOS	3,5 t
2	BUSES	---
3	SEMI PESADOS	3 t; 5 t a 9 t
4	PESADOS	10 t a 12 t
5	PESADOS	13 t a 16 t
6	PESADOS	17 t a 20 t
7	PESADOS	Mayores a 20 t

**Tabla 19 - Clasificación Establecida En Resolución Ministerial 7729**

Esta clasificación se basa principalmente en el peso de los vehículos estableciendo el límite superior en 21 toneladas, lo cual actualmente queda desactualizado toda vez que en nuestro país la Ley N° 441 “Ley de control de pesos y dimensión vehiculares en la Red Vial Fundamental” permite la circulación de vehículos hasta 45 toneladas.

Un sistema bajo esta lógica de clasificación genera un proceso subjetivo del operador del sistema de recaudación en el momento del y no permite una automatización del cobro de peaje a no ser que se implementen sistemas de control de pesos por cada carril de cobro de peaje.

- **Clasificación vehicular por cantidad de ejes:**

La resolución Ministerial No 085 /2005 del 10 de Mayo de 2005 aprobó la creación y actualización de retenes para el cobro de peaje en el departamento de Santa Cruz de la Sierra y la Resolución Administrativa RA 0104/2004 de la ex Superintendencia de Transportes aprobó las nuevas tarifas de Peaje para la RVF de Santa Cruz para diez (10) categorías establecidas por ejes:

ÍTEM	CATEGORÍA	TONELADAS	EJES
1	C1	3.5	Livianos autos y camionetas
2	C2	4	DYNA 200, MICRO COASTER
3	C3	10	FORD 4000, DYNA 350
4	C4	18	2 ejes, Arenero, Cóndor
5	C5	25	3 ejes
6	C6	40	4 ejes
7	C7	47	5 ejes
8	C8	54	6 ejes
9	C9	51	7 ejes
10	C10	No definido	Tractores, c/ chata

**Tabla 20 - Clasificación De Vehículos Para El Cobro De Peaje En El Departamento De Santa Cruz.**

Desde la categoría 4 a la categoría 9 el sistema se basa en ejes de los vehículos, por tanto no existe elementos de subjetividad para determinar su tarifa por tanto es posible su automatización.

Desde la Categoría 1 a la categoría 3 se tiene la misma configuración en cuanto a ejes debido a que todas son de dos ejes razón por la cual su automatización presenta mayores dificultades.

Los registros de clasificación de vehículos son de gran utilidad para la planificación del transporte y la ingeniería. Los usos comunes de información incluyen los siguientes:

- Diseño de pavimentos
- Sistemas de Gestión de Pavimento
- Planificación Vial
- Predicción y planificación de los flujos y movimientos de mercancías
- Provisión de insumos de diseño para el Diseño de las Carreteras en base a la capacidad de la vía.
- Análisis de Accidentabilidad Vial.
- Análisis de impacto ambiental, incluidos los estudios de calidad del aire
- Análisis de las políticas de la carretera alternativas regulatorias y de inversión.

La consultora concluye como la clasificación vehicular óptima para el cobro de peaje por ejes, como visualiza la tabla siguiente:

CAT.	DESCRIPCION	
1	Vehículos Livianos.	
2	Buses y Camiones de 2 ejes	
3	Buses y Camiones de 3 ejes.	
4	Buses y Camiones de 4 ejes.	
5	Camiones de 5 ejes	
6	Camiones de 6 ejes	
7	Camiones de 7 ejes	

Tabla 21 - Clasificación De Vehículos Para El Cobro De Peaje En El Departamento De Santa Cruz.

Dentro de la evaluación técnica económica realizada se identifican los 10 retenes con mayor recaudación como:

FID	Nombre	Recaudación 2012	Costo de Operación	R/CO	Factor Económico
2	km 17 norte	37,646,034.00	600,559.92	62.7	C
4	Guapilo	26,825,307.80	600,559.92	44.7	C
0	Autopista La Paz	20,894,939.40	2,053,939.72	10.2	C
45	Bulo Bulo	18,409,323.00	299,599.96	61.4	C
46	Ichilo	17,959,935.10	299,599.96	59.9	C
48	Colomi	17,794,162.00	591,989.92	30.1	C
59	Konani	13,305,875.00	299,599.96	44.4	C
79	Suticollo	11,938,863.50	591,989.92	20.2	C
49	Colcapirhua	11,331,875.00	1,176,769.84	9.6	C
76	Achica Arriba	10,796,627.50	884,379.88	12.2	C

Tabla 22 - Retenes de mayor recaudación en la Rvf

Así mismo los retenes con menor recaudación y que no cumplirían con su función económicamente son los siguientes:

FID	Nombre	Recaudación 2012	Costo de Operación	R/CO	Factor Económico
9	San Ignacio	135,388.00	155,547.48	0.9	A
12	Abapo	380,002.00	884,379.88	0.4	A
15	Porvenir	47,603.50	155,547.48	0.3	A
18	San Vicente	111,492.00	109,205.32	1.0	A
26	Uncia	94,322.00	109,205.32	0.9	A
29	Sica Sica	554,095.00	591,989.92	0.9	A
43	Concepcion	96,811.00	155,547.48	0.6	A
70	Filadelfia	33,103.50	155,547.48	0.2	A
72	Guanay	133,408.50	299,599.96	0.4	A
87	Arani	194,615.00	299,599.96	0.6	A
91	Kuchu Tambo	301,318.00	299,599.96	1.0	A
100	Palala	99,750.00	299,599.96	0.3	A
117	Timboy Pampa	323,071.00	587,704.92	0.5	A
118	Bohorquez	241,848.00	443,652.44	0.5	A
119	Santa Rosa	55,169.00	109,205.32	0.5	A
124	Villa Nueva	440,863.00	443,652.44	1.0	A

Tabla 23 - Retenes de menor recaudación en la Rvf

## **ANEXO V**

### **FACTORES PARA VALORACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PEAJE Y CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES**

## FACTORES PARA VALORACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PEAJE Y CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES

### 1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

El conjunto de factores utilizados para valorar la ubicación o localización de la estación de peaje y/o de control de pesos y dimensiones vehiculares fueron agrupados en los siguientes CRITERIOS:

#### a) CRITERIO TÉCNICO: *Tráfico vehicular general y específico.*

Valora el Tráfico Vehicular, entendido como el flujo o cantidad de vehículos que recorren la Red Vial Fundamental. El tráfico fue determinado del conteo vehicular efectuado por PROVIAL<sup>1</sup> en puntos o estaciones específicas a lo largo del Corredor Bioceánico.

La valoración del tráfico vehicular, en el caso de la valoración de las estaciones de peaje, consideró la clasificación según categoría o configuración vehicular establecida en los tarifarios vigentes de Vías Bolivia. Por tanto, se consideró: a) el tráfico promedio diario anual (TPDA) a nivel general; b) el tráfico promedio diario específico de vehículos livianos, buses, vehículos semipesados y pesados.

En el caso de la valoración de las estaciones de pesaje se consideró: a) El tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) general del transporte pesado; b) el TPDA específico de vehículos semipesados, pesados y buses.

#### b) CRITERIO SOCIAL: *Población por municipio y localidad.*

Considera la población de las localidades y otros factores o características de los municipios ubicados en esta ruta de la RVF que tienen relación con el tráfico vehicular de pasajeros y de cargas existente en el Corredor Bioceánico. Porque la generación económica tiene incidencia en la concentración demográfica.

A efectos de la valoración de este criterio, en el caso de las estaciones de peaje, se consideró: a) el número de habitantes, viviendas y automotores existentes en los municipio ubicado en torno de la ruta; b) el número de habitantes de las localidades ubicadas en el tramo de análisis.

En el caso de la valoración de las estaciones de pesaje, se efectuó considerando criterios básicamente factores demográficos por localidad y municipio ubicados en torno de la ruta

---

<sup>1</sup> Este conteo fue realizado por las Microempresas del Programa de Conservación Vial de la Administradora Boliviana de Carreteras cuyos puntos de conteo generalmente son las estaciones de Peaje de Vías Bolivia. La información corresponde a la gestión 2012



o tramo de la RVF que es sujeta de análisis: a) el número de habitantes por municipio y el número de viviendas por municipio; b) el número de habitantes por localidad.

**c) CRITERIO ECONÓMICO: *Ubicación y recaudación proyectada.***

Analiza la localización de la estación de peaje en función a su propia ubicación en la ruta o tramo de la RVF y sus potencialidades de recaudación comparada con los costos de operación (en el caso de peaje) y las potencialidades como generación de cargas o la importancia en su flujo por la Red Vial Fundamental (en el caso de pesaje).

Se considera y valora la ubicación de las diferentes localizaciones respecto a la misma ruta u otras rutas de la Red Vial Fundamental; priorizando si es inicio/fin de un tramo o ruta y si se encuentra próximo a intersecciones o cruces con otras rutas de la RVF, a efectos del efectivo cobro de peaje o control de pesos y dimensiones vehiculares para minimizar la evasión o la libre circulación de vehículos.

Para la valoración de las potencialidades de recaudación, en el caso de peaje, se realiza una proyección de la recaudación en una localización considerando el volumen de tráfico vehicular existente en el lugar. Los montos de recaudación resultantes son comparados con los costos que demandan actualmente a Vías Bolivia el funcionamiento u operación de una estación de peaje.

En el caso de la valoración de una estación de pesaje, la variable anterior de recaudación se reemplaza por el análisis del flujo de cargas que podría controlarse en una posible localización considerando si está ubicado o no en una zona productiva o generadora de cargas.

## 2. MÉTODO DE EVALUACIÓN.

La evaluación de los diferentes criterios se realizó con un **Índice Multicriterio (IM)**. Este índice sumatorio ponderado, permite valorar una localización utilizando de forma complementaria los diferentes criterios de evaluación establecidos previamente. Para calcular el valor de este Índice Multicriterio (IM), se utiliza la siguiente fórmula:

$$IM = \sum_{j=1}^n C_j p_j$$

Dónde:

- $C_j$  = puntaje del criterio  $j$  (criterio técnico, criterio social, criterio económico)
- $p_j$  = peso o importancia del criterio  $j$  (van de 0 a 1, tal que  $\sum p_j = 1$ )

Cada criterio ( $C_j$ ), incluido en el IM, es un subíndice que agrupa los subcriterios e indicadores de evaluación establecidos y cuyo cálculo se establece también con la formula señalada.

Se muestra el valor o puntaje específico otorgado a los diferentes criterios de valoración de localización de estaciones de peaje.

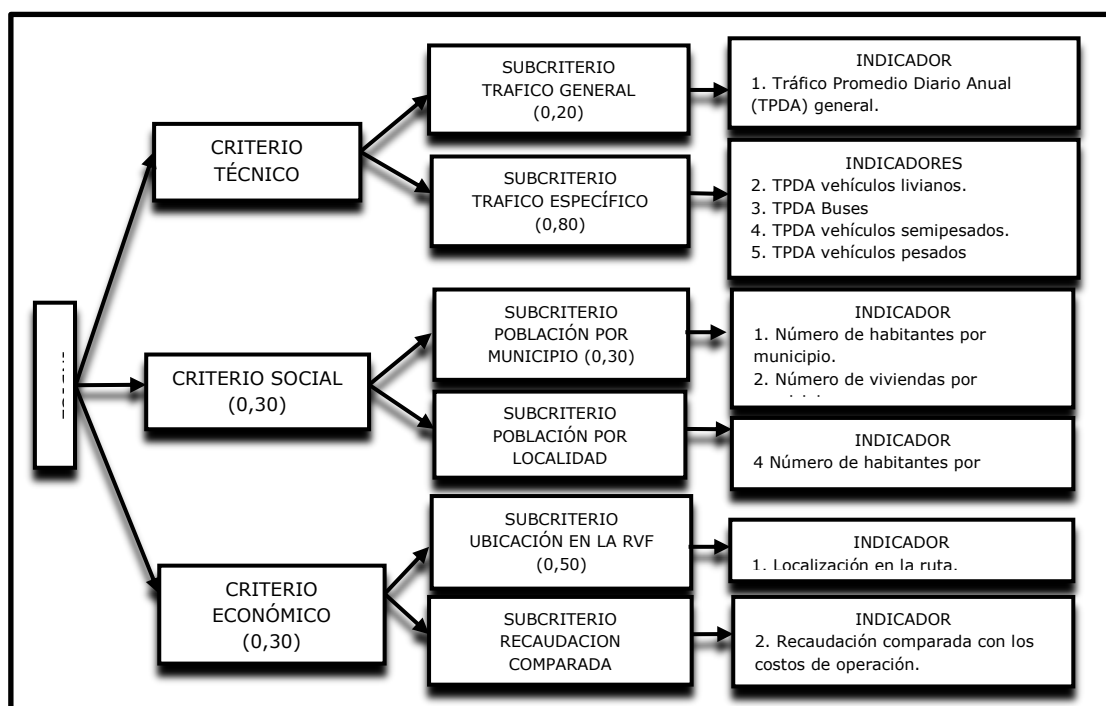


Figura 1

Figura 15 - Criterios, subcriterios e indicadores utilizados para la valoración de la localización de una estación de peaje.

Cada Indicador, a su vez, fue evaluado como un Índice específico y se calculó también de 0 a 1 mediante la siguiente fórmula genérica:

$$I = \frac{\text{valor } X_i \text{ real} - \text{valor } X_i \text{ mínimo}}{\text{valor } X_i \text{ máximo} - \text{valor } X_i \text{ mínimo}}$$

Dónde:

- $X_i \text{ real}$  = valor del indicador (tráfico vehicular, N° habitantes, etc.) en una posible localización para la estación.
- $X_i \text{ mínimo}$  = valor mínimo del indicador en el tramo o ruta.
- $X_i \text{ máximo}$  = valor máximo del indicador en el tramo o ruta.

Se muestra los parámetros considerados para definir los valores  $X_i$  mínimo y  $X_i$  máximo en cada uno de los indicadores asumidos en la presente metodología.

Con estos criterios y parámetros se han construido planillas electrónicas EXCEL a efectos de calcular el ÍNDICE MULTICRITERIO.

#### PARAMETROS UTILIZADOS PARA ESTABLECER LOS VALORES $X_i$ MÍNIMO Y $X_i$ MÁXIMO DE LOS DIFERENTES INDICADORES DE EVALUACIÓN

SUBCRITERIO	INDICADOR	PARÁMETRO
TRAFICO GENERAL.	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) general	$X_i \text{ mínimo}$ = TPDA <sup>2</sup> mínimo registrado en el tramo, considerando todas las categorías vehiculares. $X_i \text{ máximo}$ = TPDA máximo registrado en el tramo, considerando todas las categorías vehiculares.
TRAFICO GENERA PESADOS.	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) genera de vehículos pesados	$X_i \text{ mínimo}$ = TPDA mínimo registrado en el tramo, considerando solo las categorías vehiculares de transporte pesado. $X_i \text{ máximo}$ = TPDA máximo registrado en el tramo, considerando solo las categorías vehiculares de transporte pesado.
TRAFICO ESPECÍFICO.	TPDA vehículos livianos.	$X_i \text{ mínimo}$ = TPDA <sup>3</sup> mínimo registrado en el tramo en la categoría vehicular específica. $X_i \text{ máximo}$ = TPDA máximo registrado en el tramo en la categoría vehicular específica.
	TPDA Buses	
	TPDA vehículos semipesados.	
	TPDA vehículos pesados	
POBLACIÓN POR MUNICIPIO	Número de habitantes por municipio.	$X_i \text{ mínimo}$ = 2.500 habitantes <sup>4</sup> . $X_i \text{ máximo}$ = 50.000 habitantes.

<sup>2</sup> Fuente: **PROVIAL-ABC** y corresponden a la gestión 2012, porque los datos poblacionales son también de ese periodo.

<sup>3</sup> Las categorías que se considera en el caso de la valoración de localizaciones para estaciones de pesaje son solamente categorías vehiculares de transporte de carga: buses, vehículos pesados y vehículos semipesados.

<sup>4</sup> Para establecer los parámetros se tomó de referencia la jerarquización poblacional utilizada por UDAPRO (Unidad de Apoyo a la Producción) para clasificar los municipios y localidades. Los datos poblacionales son del Censo de Población y Vivienda 2012.

SUBCRITERIO	INDICADOR	PARÁMETRO
	Número de viviendas por municipio.	Xi mínimo= 833 inmuebles <sup>5</sup> Xi máximo= 16.667 inmuebles
	Número de automotores por municipio.	
POBLACION POR LOCALIDAD	Número de habitantes por localidad	Xi mínimo= 500 habitantes. Xi máximo= 20.000 habitantes.
UBICACIÓN EN LA RVF.	Localización en el tramo o ruta.	Xi mínimo= 0, localización no se encuentra al inicio/fin del tramo o cerca de un cruce o intersección con otra ruta. Xi máximo= 1, localización al inicio o fin del tramo. (se otorgó valores entre 0,5 a 0,8 a localizaciones cercanas a cruces con otras rutas de la RVF)
RECAUDACIÓN.	Relación recaudación Costos de Operación (R/CO)	Xi mínimo= Bs761.748 por carril <sup>6</sup> . Xi máximo= Recaudación máxima estimada para el tramo.
FLUJO VEHICULAR DE CARGA.	Localización o emplazamiento en zonas productivas, de acopio o transporte de carga.	Xi mínimo= 0, localización sobre la RVF, sin efecto sobre el flujo o incremento de cargas. Xi máximo= 1, localización en zonas de generación de cargas, acopio o intersecciones para el ingreso de cargas a la RVF.

Tabla 24

<sup>5</sup> El valor mínimo y máximo para vivienda y automotores corresponden a 1/3 del valor otorgado al indicador de población o habitantes por municipio. Esta es la proporción que se observa en el Censo 2012 de estos inmuebles en relación a la población total de un municipio.

<sup>6</sup> Es el monto anual necesario para cubrir Costos Operativos por carril de atención al usuario, considerando el 17% establecido en el D.S. 28048 y el 83% que debe transferirse a la ABC para conservación vial.

### 3. POBLACIÓN, VIVIENDA Y AUTOMOTORES REGISTRADOS EN LAS LOCALIDADES DEL CORREDOR BIOCEANICO.-

En el plan se ha priorizado la implementación de estaciones de peaje en el trayecto entre Tambo Quemado y Puerto Suarez. El mismo tiene una extensión de 1.582 kilómetros y está constituido básicamente por la RF-4, aunque pasa también por un tramo de la RF-1 (entre las localidades de Patacamaya y Caracollo).

Las poblaciones de la ruta con mayor población son las ciudades de Cochabamba (630.587 habitantes) y Santa Cruz (1.453.559 habitantes), capitales de sus respectivos departamentos.

Otras las poblaciones con alta densidad poblacional son las ciudades que se encuentran dentro el ratio metropolitano de la ciudad de Cochabamba: Quillacollo (137.029), Colcapirhua (51.896) y Sacaba (169.494). Además de las ciudades intermedias de Montero (109.518) y Warnes (96.406), aledañas a la ciudad de Santa Cruz.

El gráfico muestra el detalle de la población existente en los municipios localizados en el Corredor Bioceánico. Para efectos de análisis, en el gráfico se han excluido las capitales de departamento y las ciudades del área metropolitana de Cochabamba y Santa Cruz.

La población en la ruta está concentrada en los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba. En Santa Cruz, además de los municipios de Montero y Warnes, hay alta concentración de habitantes en los municipios de Yapacaní (50.558), Cotoca (45.519) y Pailón (37.866).

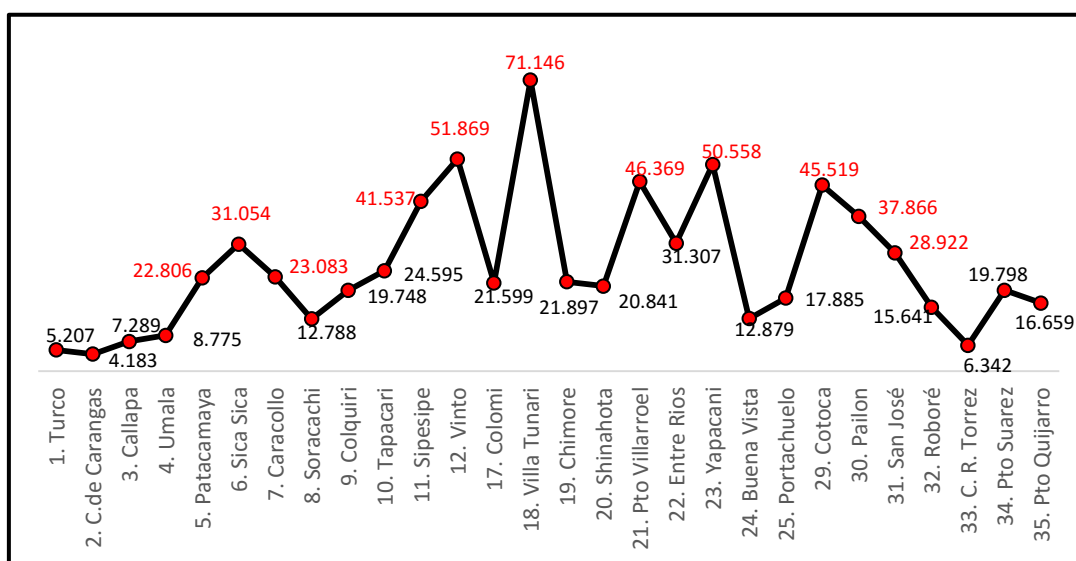


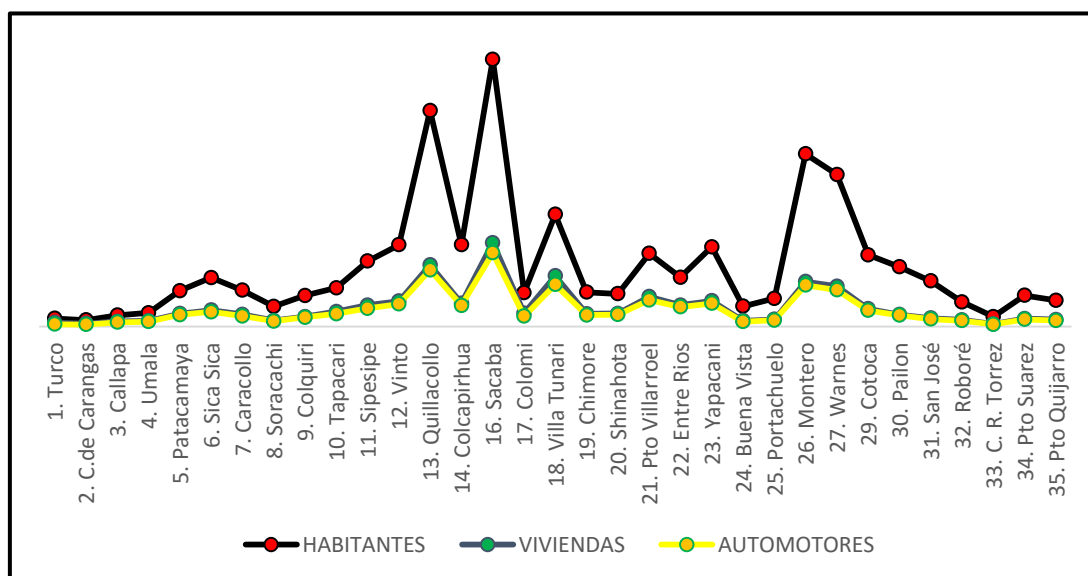
Figura 16 - Población de los municipios por los que atraviesa el Corredor Bioceánico.

En Cochabamba, existe una alta concentración de habitantes en la zona del Chapare, destacándose los municipios de Villa Tunari (71.146) y Puerto Villarroel (46.369). Además es considerable la población de los municipios circundantes al área metropolitana de Cochabamba: Vinto (51.869) y Sipesipe (41.537).

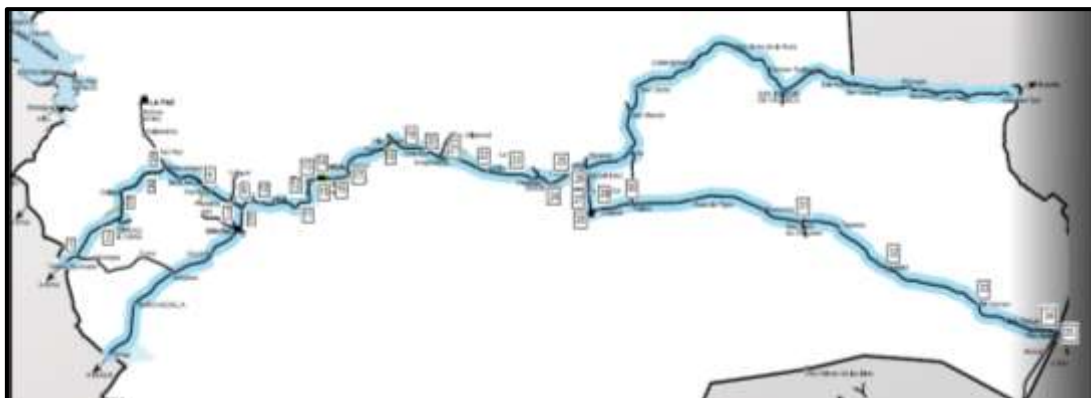
En el departamento de La Paz se destacan los municipios de Sica Sica (31.054) y Patacamaya (22.806). En Oruro, solamente el municipio de Caracollo (23.083).

Es significativa la diferencia poblacional entre los municipios fronterizos a Chile respecto a los municipios fronterizos a Brasil. En los dos municipios fronterizos del Oeste de la ruta la población es 5.207 (Turco) y 4.183 (Curaguara de Carangas) habitantes. En los dos municipios del Oeste, la población es de 19.798 (Puerto Suarez) y 16.659 (Puerto Quijarro) habitantes.

En relación a las variables vivienda y automotores existentes en los municipios por los que atraviesa la RVF en el Corredor Bioceánico, el siguiente gráfico muestra la tenencia de estos inmuebles en comparación a los habitantes Censados el 2012.



**Figura 17 - Población, vivienda y vehículos registrados en los municipios que atraviesa el Corredor Bioceánico.**



**Figura 18 - Población, vivienda y vehículos registrados en los municipios que atraviesa el Corredor Bioceánico.**

Se observa que el comportamiento de ambas variables es semejante al de la población existente por Municipio, con los mismos picos o valores máximos en los lugares de mayor número de habitantes.

El gráfico muestra también que la proporción de automotores y viviendas por municipio es prácticamente el mismo. La relación respecto al número de habitantes del municipio, en términos generales, es de 1 a 3 (1 inmueble por cada 3 habitantes).



#### 4. TRÁFICO VEHICULAR EN EL CORREDOR BIOCEANICO.-

El tráfico vehicular en el corredor es analizado a partir de los conteos realizados por PROVIAL. En este tramo PROVIAL tiene 28 estaciones de conteo vehicular desplazados a lo largo de esta ruta.

El Tráfico Vehicular Promedio Anual (TPDA), en los diferentes puntos de conteo del Corredor Bioceánico, se muestra gráficamente en la siguiente figura:

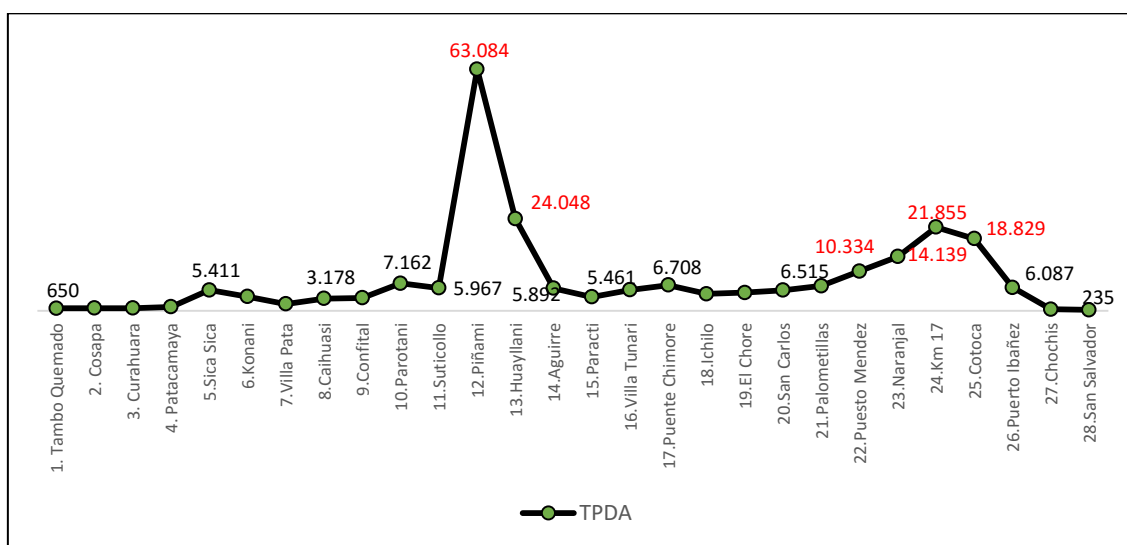


Figura 17 - Tráfico vehicular promedio diario anual en el Corredor Bioceánico.

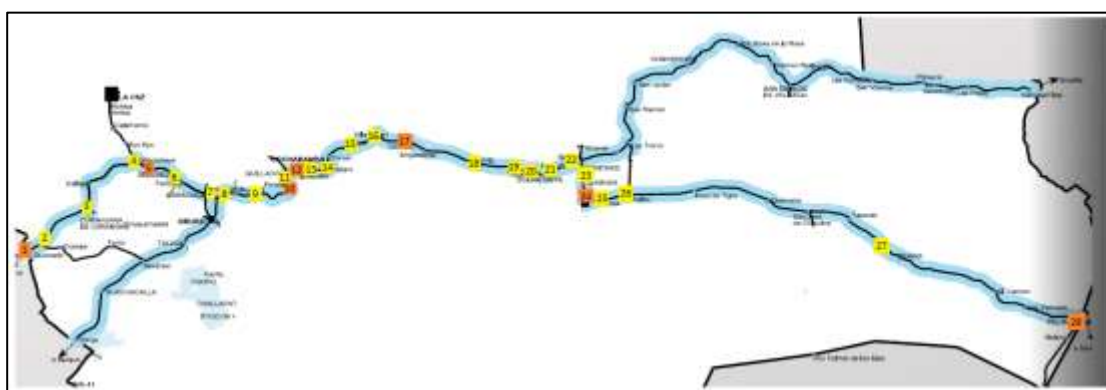


Figura 18 - Tráfico vehicular promedio diario anual en el Corredor Bioceánico.

Los picos mayores de tráfico vehicular se presentan en las estaciones ubicadas en los ratios metropolitanos de las ciudades de Cochabamba y Santa Cruz: Piñami (63.084), Huayllani (24.048), Km 17 (21.855) y Cotoca (18.829); Puesto Méndez (10.334) y Naranjal (14.139) que se encuentran ubicadas entre poblaciones urbanas que incrementan significativamente el rodaje hacia o desde Santa Cruz (Yapacaní, Portachuelo y Montero).

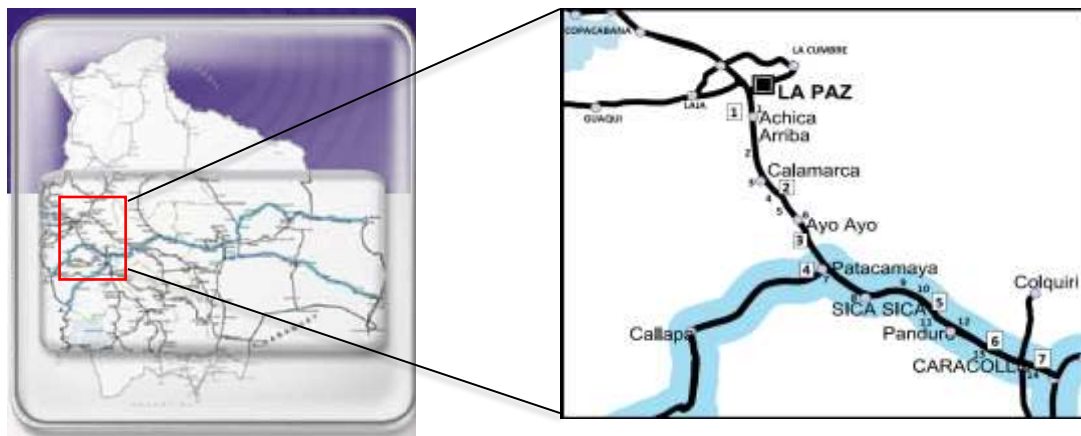
En las otras estaciones ubicadas en la ruta de la carretera troncal La Paz-Cochabamba-Santa Cruz, se observa un tráfico regular de automóviles que oscila entre los 3 mil y 7 mil vehículos por días (vpd). En los tramos que nos conectan con las fronteras de Chile (Tambo Quemado) y Brasil (Puerto Suarez), los volúmenes de tráfico vehicular se reducen progresivamente a menos de 1.000 vpd: 650 en Tambo Quemado y 235 en San Salvador (Puerto Suarez).

## 5. ANÁLISIS PARA LA PRIORIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE PEAJE EN EL CORREDOR OESTE ESTE.-

A efectos de valorar la información presentada sobre el tráfico vehicular y población existente en el Corredor Bioceánico, mediante la aplicación del Índice Multicriterio, se dividió el Corredor en los siguientes seis tramos de análisis:

### a) La Paz – Caracollo.-

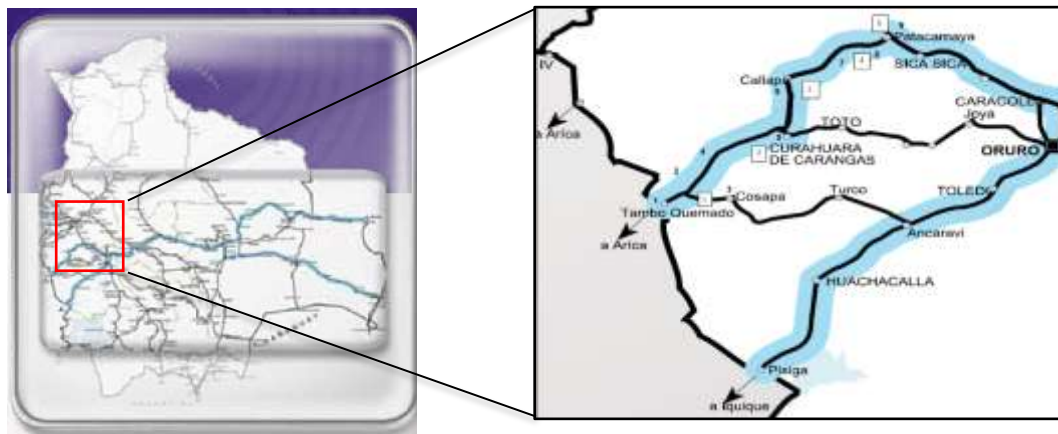
El tramo La Paz – Caracollo tiene una extensión de 203 kilómetros y atraviesa 7 municipios del oeste del país: 5 en el departamento de La Paz y 2 en el departamento de Oruro. El detalle de los municipios (incluye provincia y departamento) y las localidades, con su respectiva ubicación en la ruta, se muestran en la figura siguiente:



MUNICIPIOS	POBLACIONES EN RUTA	
1. Viacha, Ingavi, La Paz.	1. Achica Arriba, Viacha.	8. Sica Sica, Sica Sica.
2. Calamarca, Aroma, La Paz.	2. Villa Remedios, Viacha.	9. Lahuachaca, Sica Sica.
3. Ayo Ayo, Aroma, La Paz.	3. Calamarca, Calamarca.	10. Belen, Sica Sica.
4. Patacamaya, Aroma, La Paz.	4. San Antonio, Calamarca.	11. Konani, Sica Sica.
5. Sica Sica, Aroma, La Paz.	5. Vilaque, Calamarca.	12. Panduro, Sica Sica.
6. Eucaliptus, Tomas Barrón, Oruro.	6. Tolar (Villa Loza), Ayo Ayo.	13. Eucaliptus, Eucaliptus.
7. Caracollo, Caracollo, Oruro.	7. Patacamaya, Patacamaya.	14. Caracollo, Caracollo.

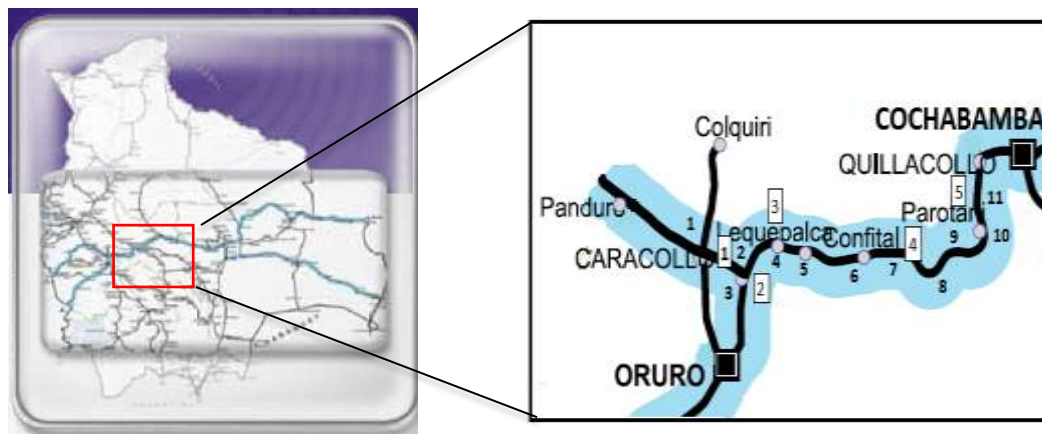
Tabla 25 - Poblaciones en ruta – Tramo La Paz-Caracollo.

El tramo Tambo Quemado-Patacamaya tiene una extensión de 188 kilómetros. Atraviesa cinco municipios del oeste del país: 2 en el departamento de Oruro y 3 en el departamento de La Paz. La siguiente figura detalla los municipios y las localidades por las que atraviesa el corredor en este tramo:



MUNICIPIOS	POBLACIONES EN RUTA		
1. Turco, Sajama, Oruro.	1. Tambo Quemado, Turco.	6. Santiago de Callapa,	Santiago de Callapa.
2. Curaguara de Carangas, Sajama, Oruro.	2. Lagunas, C. de Carangas.	7. Umala, Umala.	
3. Santiago de Callapa, Pacajes, La Paz.	3. Cosapa, Turco.	8. Cañaviri, Umala.	
4. Umala, Aroma, La Paz.	4. Sajama, C. de Carangas.	9. Patacamaya,	Patacamaya.
5. Patacamaya, Aroma, La Paz.	5. C. de Carangas, C. de Carangas.		

El tramo Caracollo-Cochabamba tiene una extensión de 175 Kilómetros, es parte de la RF-4 que vincula las ciudades de La Paz y Oruro con la de Cochabamba. El mismo atraviesa 5 municipios: 2 en Oruro; 1 en La Paz y 2 en Cochabamba. La ubicación, de estos municipios y sus localidades se muestra en la siguiente imagen:

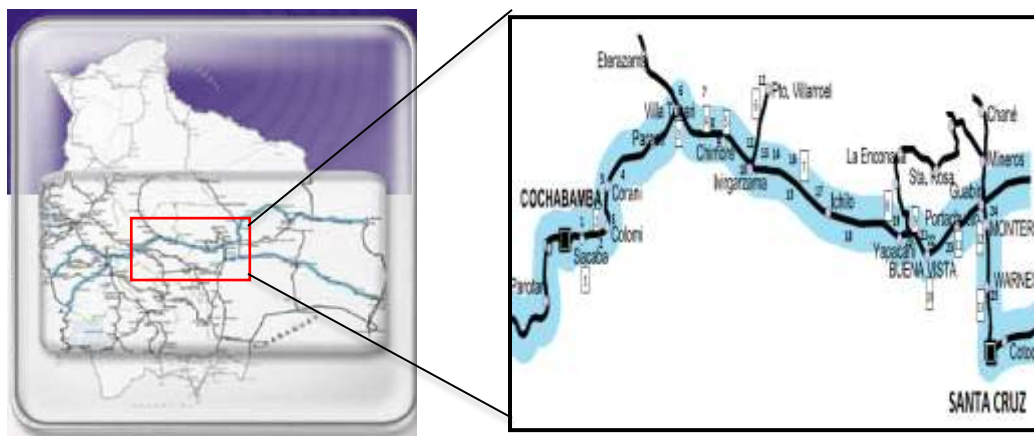


MUNICIPIOS	POBLACIONES EN RUTA
1. Caracollo, Cercado, Oruro.	1. Caracollo, Caracollo.
2. Soracachi, Cercado, Oruro.	2. Ocotavi, Caracollo.
3. Colquiri, Inquisivi, La Paz.	3. Soracachi, Soracachi.
4. Tapacari, Tapacari, Cochabamba.	4. Lequepalca, Colquiri.
5. Sipe Sipe, Quillacollo, Cochabamba	5. Confital, Tapacari.
	6. Challa Arriba, Tapacari.
	7. Challa Grande, Tapacari.
	8. Pongo, Tapacari.
	9. Pairumani, Alto Tapacari.
	10. Parotani, Sipe Sipe.
	11. Suticollo, Sipe Sipe.

**Tabla 27 - Poblaciones en ruta – Tramo Caracollo-Cochabamba.**

#### d) Cochabamba – Santa Cruz.-

El tramo Cochabamba-Santa Cruz tiene una extensión de 474 Kilómetros y es parte de la RF-4. El mismo atraviesa 13 municipios: 7 en el departamento de Cochabamba y 6 en el de Santa Cruz. Se han identificado 24 poblaciones en la ruta. El detalle de los municipios y las poblaciones se muestra en la siguiente imagen:



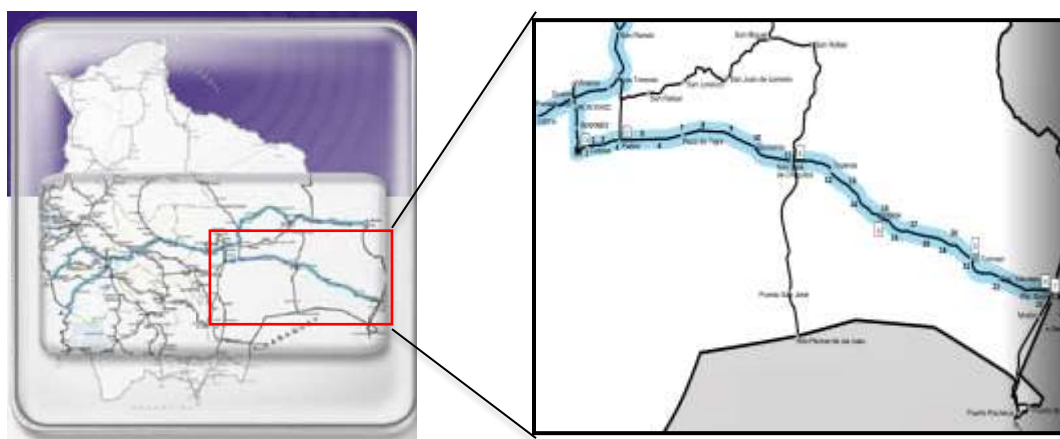
MUNICIPIOS	POBLACIONES EN RUTA
1. Sacaba, Chapare, Cochabamba.	1. Sacaba, Chapare.
2. Colomi, Chapare, Cochabamba.	2. Aguirre, Sacaba.
3. Villa Tunari, Chapare, Cochabamba.	3. Colomi, Colomi.
4. Shinahota, Tiraque, Cochabamba.	4. Candelaria, Colomi.
5. Chimore, Carrasco, Cochabamba.	5. Corani, Colomi.
6. Puerto Villarroel, Carrasco, Cochabamba.	6. Villa Tunari, Villa Tunari.
7. Entre Ríos, Carrasco, Cochabamba.	7. Villa 14 de Septiembre, Villa Tunari.
8. Yapacani, Ichilo, Santa Cruz.	8. Shinahota, Shinahota.
9. San Carlos, Ichilo, Santa Cruz.	9. Chimore, Chimore.
10. Buena Vista, Ichilo, Santa Cruz.	10. Ivirgarzama, Pto Villarroel.
11. Portachuelo, Sara, Santa Cruz.	11. Valle Ivirsá, Pto Villarroel.
12. Montero, Obispo Santiesteban, Santa Cruz.	12. Pto Villarroel, Pto Villarroel.
13. Warnes, Warnes, Santa Cruz	13. Valle Sacta, Pto Villarroel.
	14. Mariposas, Pto Villarroel.
	15. Entre Ríos, Entre Ríos.
	16. Manco Kapac, Entre Ríos.
	17. Bulu Bulu, Entre Ríos.
	18. San Germán, Yapacani.
	19. Yapacani, Yapacani.
	20. Santa Fe de Yapacani, San Carlos.
	21. San Carlos, San Carlos.
	22. Buena Vista, Buena Vista.
	23. Portachuelo, Portachuelo.
	24. Montero, Montero.
	25. Warnes, Warnes.

Tabla 28 - Poblaciones en ruta – Tramo Cochabamba-Santa Cruz.

Figura 1

**e) Santa Cruz - Puerto Suarez.-**

El tramo Santa Cruz-Puerto Suarez nos conecta con la frontera de Brasil, al Este del país. Tiene una extensión de 645 kilómetros y atraviesa por 7 municipios y 24 poblaciones del departamento de Santa Cruz. El detalle de su ubicación se muestra en la siguiente Imagen:



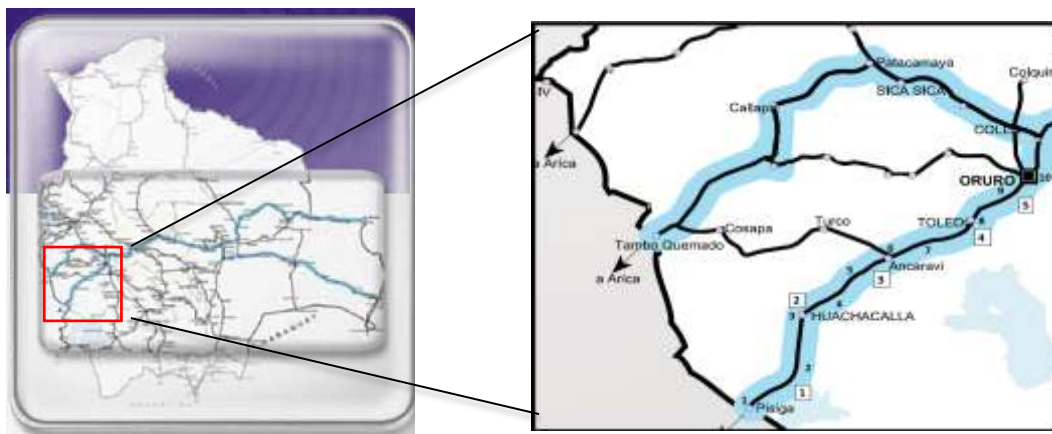
MUNICIPIOS	POBLACIONES EN RUTA	
1. Cotoca, Andrés Ibáñez, Santa Cruz.	1. Cotoca, Cotoca.	16. Aguas Calientes, Roboré.
2. Pailón, Chiquitos, Santa Cruz.	2. Enconada, Pailón.	17. San Lorenzo Nuevo, Roboré.
3. San José, Chiquitos, Santa Cruz.	3. Puerto Pailas, Pailón.	18. Estancia Naranjos, Roboré.
4. Roboré, Chiquitos, Santa Cruz.	4. Pailón, Pailón.	19. Candelaria, Carmen Rivero Tórrez.
5. Carmen Rivero Tórrez, Germán Busch, Santa Cruz.	5. Puerto Ibáñez, Pailón.	20. Santa Ana de Chiquitos, Carmen Rivero Tórrez.
6. Puerto Suarez, Germán Busch, Santa Cruz.	6. Tres Cruces, Pailón.	21. El Carmen, Carmen Rivero Tórrez.
7. Puerto Quijarro, Germán Busch, Santa Cruz.	7. Pozo del Tigre, Pailón.	22. San Silvestre, Carmen Rivero Tórrez.
	8. Tuna, Pailón.	23. Puerto Suarez, Puerto Suarez.
	9. El Tinto, Pailón.	24. Puerto Quijarro, Puerto Quijarro.
	10. Quimome, Pailón.	
	11. San José de Chiquitos, San José de Chiquitos.	
	12. Taperas, San José de Chiquitos.	
	13. Ipias, San José de Chiquitos.	
	14. Chochis, Roboré.	
	15. Roboré, Roboré.	

**Tabla 29 - Poblaciones en ruta – Tramo Santa Cruz-Puerto Suarez.**



**f) Ramal Pisiga-Oruro (pesaje).-**

El tramo Pisiga-Oruro tiene una extensión de 234 Kilómetros y es parte de la RF-12. Es el ramal del Corredor Este Oeste que nos conecta con el vecino país de Chile. El mismo atraviesa 5 municipios, todos en el departamento de Oruro. Se han identificado 10 poblaciones en la ruta. El detalle de los municipios y las poblaciones se muestra en la siguiente imagen:



MUNICIPIOS	POBLACIONES EN RUTA	
1. Sabaya, Atahualpa, Oruro.	1. Pisiga, Sabaya.	7. Corque, Carangas.
2. Litoral de Atacama, Litoral, Oruro.	2. Sabaya, Sabaya.	8. Toledo, Saucari.
3. Carangas, Carangas, Oruro.	3. Huachacalla, Litoral de Atacama.	9. Challacollo, Cercado.
4. Saucari, Saucari, Oruro.	4. Escara, Litoral de Atacama.	10. Oruro, Umala.
5. Cercado, Cercado, Oruro.	5. Opoqueri, Carangas.	
	6. Ancaravi, Carangas.	

**Tabla 30 - Poblaciones en ruta – Tramo Pisiga-Oruro.**