

**IAG178-04-2013**  
**ESTUDIO, SEGUIMIENTO Y EVALUACION DE COMPORTAMIENTOS**  
**RELACIONADOS CON LA PAVIMENTACION ASFALTICA DE**  
**PROYECTOS VIALES EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO**  
**TRAMO GUAQUI – DESAGUADERO**  
**ESTUDO, SEGUIMENTO Y AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO**  
**REFERIDOS CON LA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA DE PROJECTOS**  
**VIALES NO ALTIPLANO BOLIVIANO**

Oscar Luis Pérez Loayza  
Instituto de Ensayo de Materiales  
Universidad Mayor de San Andrés  
IEM - UMSA  
La Paz, Bolivia  
[loayzaop@umsa.bo](mailto:loayzaop@umsa.bo)

Edgar Iván Frontanilla López  
Gobierno Autónomo Municipal de El Alto  
GAMEA  
La Paz, Bolivia  
[grifon\\_22@hotmail.com](mailto:grifon_22@hotmail.com)

## **Resumen**

Las características particulares del altiplano boliviano que se encuentra a 3800 msnm promedio, tales como la radiación solar magnificada y gradiente térmico elevado con temperaturas relativamente bajas influyen en el comportamiento de los materiales bituminosos y las mezclas asfálticas empleadas en la pavimentación.

El objetivo de este trabajo es el de presentar un resumen de las investigaciones sobre ciertos tópicos de comportamiento relacionados con la tecnología del asfalto en proyectos viales que se ejecutaron en el altiplano boliviano y mostrar los resultados más relevantes realizados en el Instituto de Ensayo de Materiales dependiente de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Mayor de San Andrés

El primer proyecto carretero analizado es el de Guaqui – Desaguadero, donde se estudia el comportamiento del cemento asfáltico polimerizado utilizado, prácticamente desde su puesta en servicio, el año 2001 hasta el 2011. Es el primer tramo construido con cemento asfáltico polimerizado en el altiplano boliviano. A cuatro, ocho y diez años de su ejecución se tomaron muestras del pavimento asfáltico donde se evaluaron las características del material bituminoso en el tiempo, y a los once se relacionaron con la patología que presentaba la carpeta de rodadura.

Los resultados muestran un deterioro progresivo del material evaluado por parámetros convencionales como la penetración, viscosidad Saybolt Furol, punto de ablandamiento y otros.

Se identifican tramos con características similares donde se realiza una evaluación superficial y se evalúa la patología que presenta con las propiedades obtenidas de los ensayos efectuados encontrándose relaciones de comportamiento lógicas entre ellas.

## **Resumo**

As características particulares do altiplano boliviano localizado a 3800 média metros acima do nível do mar, tais como a radiação solar magnificada e a alta gradiente térmica com temperaturas relativamente baixas influenciam no comportamento de materiais e misturas utilizadas na pavimentação com asfalto.

O objetivo deste trabalho é apresentar um resumo da pesquisa sobre determinados temas de comportamento relacionados à tecnologia do asfalto em projetos de estradas que foram executados no altiplano boliviano e mostrar os resultados mais relevantes realizados no Instituto de Ensaios de Materiais dependente da Carreira de Engenharia Civil da Universidade Maior de San Andrés.

A primeira estrada analisada é o Projeto Guaqui – Desaguadero, onde se estuda o comportamento do cimento asfalto polimerizado usado, praticamente desde a sua implementação no serviço, no ano de 2001 até o 2011. É a primeira estrada construída com cimento asfáltico polimerizado no altiplano boliviano. A quatro, oito e dez anos de sua aplicação foram tomados amostras do pavimento asfáltico e avaliadas as características do material betuminoso, ao longo do tempo e para os onze, se relacionou com a patologia que apresentou a carpeta de rolamento.

Os resultados mostram uma degradação progressiva dos materiais avaliados por parâmetros convencionais como penetração, viscosidade Saybolt Furol, ponto de amolecimento e outros. Trechos são identificados com características semelhantes, onde uma avaliação superficial é realizada e avalia-se a patologia que apresenta com as propriedades obtidas nos ensaios efetuados, encontrando-se relacionamento lógico entre elas.

## **INTRODUCCION**

El altiplano es una unidad fisiográfica e hidrológica que abarca a Perú, Bolivia y Chile, comienza por el norte en el Abra de la Raya a 14° 30' aproximadamente, y continúa hasta el paralelo 21° 50' para ingresar a la Puna de Atacama en Chile. El altiplano boliviano está situado entre las cordilleras Occidental y Oriental con una superficie de 136 229 Km<sup>2</sup> con una altitud promedio de 3 800 msnm, donde la temperatura máxima extrema alcanza los 26 °C y la mínima extrema a 16 °C bajo cero y constituye en plano inclinado de norte a sur.

Las “zonas de altura”, están sujetas a dos estaciones durante el año marcadamente definidas, la lluviosa o verano y la fría o invierno. El gradiente térmico que es la diferencia entre la temperatura más baja y más alta que se produce al interior de una carpeta asfáltica en un determinado intervalo de tiempo llega hasta 50 °C en 8 horas. La radiación solar tiene una intensidad que llega a ser 1,5 veces mayor que en zonas a nivel del mar, en Tambo Quemado (Oruro) se tiene una radiación media de 6,37 kW hr/m<sup>2</sup> y una máxima de 10,93, que comparado con la medida a nivel del mar de 3,64 se tiene esa relación. Por lo tanto estas características, temperaturas bajas, gradiente térmico alto con temperaturas bajas y radiación solar magnificada deben ser consideradas en la evaluación del asfalto y comportamiento del pavimento.

## ANTECEDENTES DEL TRAMO GUAQUI –DESAGUADERO

Con la finalidad de aportar y tener mayor conocimiento del comportamiento de los cementos asfálticos modificados con polímeros SBS en zonas de altura con factores climatológicos propios del altiplano boliviano se realiza la investigación de la Carretera Guaqui – Desaguadero:

- La carretera pertenece a una vía fundamental del altiplano boliviano.
- La carpeta de rodadura de la carretera es la primera construida con cemento asfáltico modificado con polímero SBS en Bolivia y en “zonas de altura”.
- La carretera Guaqui – Desaguadero ya cumplió 10 años de servicio el año 2010
- La carretera está construida en una zona con factores climatológicos, como temperaturas bajas, radiación solar intensa propias del altiplano boliviano.
- El tramo guaqui – Desaguadero en su mayor parte bordea el lago Titicaca y se encuentran efectos de flujos de agua superficial y subterránea
- En esta carretera las condiciones de gradiente térmico son severas.
- La carretera se encuentra aproximadamente a una altitud de 3600 promedio msnm.
- Está sometido a una gran cantidad de tráfico vehicular.
- Está sujeto a los efectos de flujos de agua superficial y subterránea ya que la carretera bordea la orilla del “Lago Titicaca”

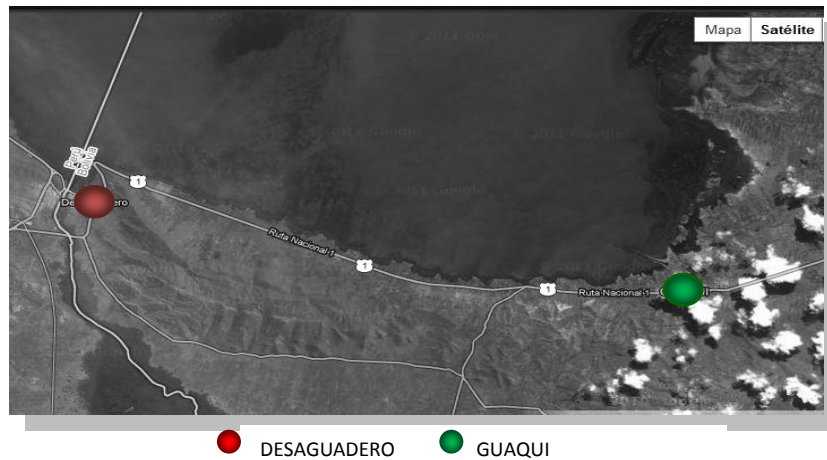
La carretera es en punto de referencia del uso de este material en condiciones climatológicas preponderantes del altiplano Boliviano a una altura sobre el nivel del mar de 3 600 metros y el estudio de los cementos asfálticos polimerizados constituye una de las líneas de investigación en el Area de Asfaltos del Instituto de Ensayo de Materiales “Ing. Hugo Masilla Romero” dependiente de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Mayor de San Andrés:

- *“Comportamiento del cemento asfáltico Modificado con polímeros en carpetas asfálticas”*, desarrollado por Sarmiento Valdivia Boris.
- *“Recuperación y Análisis de los Cementos Asfálticos Modificados con Polímeros utilizados en Pavimentos”*, desarrollado por Carlos Rojas Mamani.
- *“Evaluación Superficial y Estructural del Pavimento Modificado con Polímeros Tramo Guaqui-Desaguadero”*, desarrollado por Félix Sirpa Cruz el año 2007.
- *“Recuperación, Evaluación y comparación técnica de los materiales bituminosos empleados en la carretera Rio Seco – Desaguadero. Tramo 2: Guaqui - Desaguadero (Asfalto polimerizado)”*, esta investigación la realizo a 6 años de servicio del tramo carretero en estudio, realizando una comparación con la investigación sobre la *“Recuperación, Evaluación y comparación técnica de los materiales bituminosos empleados en la carretera Rio Seco – Desaguadero. Tramo 1: Rio Seco – Guaqui (Asfalto Convencional)”* a 10 años de servicio.

## LOCALIZACION DEL PROYECTO

La carretera Guaqui - Desaguadero tramo correspondiente a la ruta N° 1 de la red fundamental de Bolivia está ubicado en el departamento de La Paz en la provincia Ingavi (Figura 1), zona caracterizada por una topografía casi plana y de gradiente térmico magnificado y constante, encontrándose a una altura aproximada sobre el nivel del mar de 3 600 metros.

**Figura 1: Ubicación del Proyecto**



## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

Analizar el cemento Asfáltico Polimerizado utilizado en la pavimentación del tramo Guaqui-Desaguadero, a 10 años de su construcción, para determinar por procedimientos de laboratorio convencionales, el “envejecimiento” producido en el tiempo de puesta en servicio, previa extracción de núcleos y recuperación del Cemento Asfáltico y comparar con las características que poseía a 1, 4 y 6 años de su aplicación.

Relacionar las propiedades del material producto de la evaluación en laboratorio con la patología superficial que presenta la carpeta de rodadura de la carretera.

## **METODOLOGIA**

Para la investigación se realizan los siguientes pasos:

- Extracción de muestras de la carpeta de rodadura del pavimento del tramo Guaqui-Desaguadero
- Recuperación y análisis de muestras del cemento asfáltico Polimerizado cumpliendo con normativas existentes a 10 años de su aplicación.
- Determinación de las características de los materiales componentes de la carpeta de rodadura (cemento asfáltico polimerizado y agregados) mediante ensayos normalizados.
- Evaluación de la degradación de la carpeta de rodadura durante los últimos años de acuerdo al análisis de resultados obtenidos en anteriores investigaciones.
- Correlacionar las fallas en la carpeta de rodadura con los resultados obtenidos en laboratorio.

## **Especificaciones para cementos asfálticos polimerizados**

Cuando se inició la investigación se consideró las especificaciones del Comité AASHTO – AGC – ARTBA, relacionado con materiales nuevos evaluados con ensayos convencionales, Tipo I (Tabla 1). La mayoría de los copolímeros de bloque Estireno se encuentran en esta especificación, tienen medios bloques de Butadieno y podrían ser de configuraciones de tipo SB o SBS.

**Tabla 1. Especificaciones AASHTO – AGC – ARTBA**

<b>Tabla 1. Especificación de Asfaltos Modificados con Polímeros Tipo I</b>					
Ensayo	Rango	I - A	I - B	I - C	I - D
Penetración , 25 °C, 100g, 5s		100 - 150	75 - 100	50 - 75	40 - 75
Penetración , 4 °C, 200g, 60s	Min	40	30	25	25
Viscosidad, 60 °C, Poises	Min	1000	2500	5000	5000
Viscosidad, 135 °C, cSt	Max	2000	2000	2000	2000
Punto de Ablandamiento R&B, °C	Min	43.33	48.88	54.44	60
Punto de Inflación, °C	Min	218.33	218.33	232.22	232.22
Solubilidad en TCE, %	Min	99	99	99	99
Separación, R&B Diferencia, °C	Max	4	4	4	4
RTFOT Residuo					
Recuperación elástica, 25 °C, %	Min	45	45	45	50
Penetración, 4 °C, 200g, 60s	Min	20	15	13	13

TIPO I-A. Aglutinante destinado a Carpetas de Concreto Asfáltico de mezcla caliente, para condiciones de servicio en climas de baja temperatura y en aplicaciones de tratamiento superficial en caliente y resistentes al agrietamiento.

TIPO I-B. Propuesta pensada para mezclas de concreto asfáltico de grado densas o abiertas y aplicaciones de sellos en caliente para climas moderados de temperatura elevada.

TIPO I-C. Propuesta pensada para mezclas de concreto asfáltico de grado densas o abiertas y aplicaciones de sellos en caliente para climas más calientes que I-B.

TIPO I-D. Aplicación para climas cálidos, donde el concreto asfáltico será usado en áreas de tráfico de alto volumen que llevan porcentajes grandes de camiones.

## Evaluación superficial del pavimento

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en que se presenta el estado de la superficie del mismo, para adoptar las medidas de reparación y mantenimiento, con las que se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre. El deterioro superficial del pavimento provee una medida del daño causado por el tráfico, condiciones ambientales y envejecimiento de los materiales que constituyen la capa de rodadura, en el relevamiento de los daños se debe detallar el tipo, extensión y severidad, en consecuencia un buen método de evaluación visual de pavimentos debe incluir la siguiente información:

- Tipo de defecto
- Severidad
- Extensión del defecto ( cantidad)

Con esta información se determina las operaciones de mantenimiento requeridas para un tramo de carretera. Existen diferentes tipos de fallas en el hormigón asfáltico que depende del tipo y magnitud de la carga aplicada y del uso y calidad de los materiales empleados en la construcción de una carretera: fisuras y grietas, deformaciones superficiales, desintegración de la superficie, y otros que están especificados en manuales de normas.

## ANALISIS Y EVALUACION DE RESULTADOS

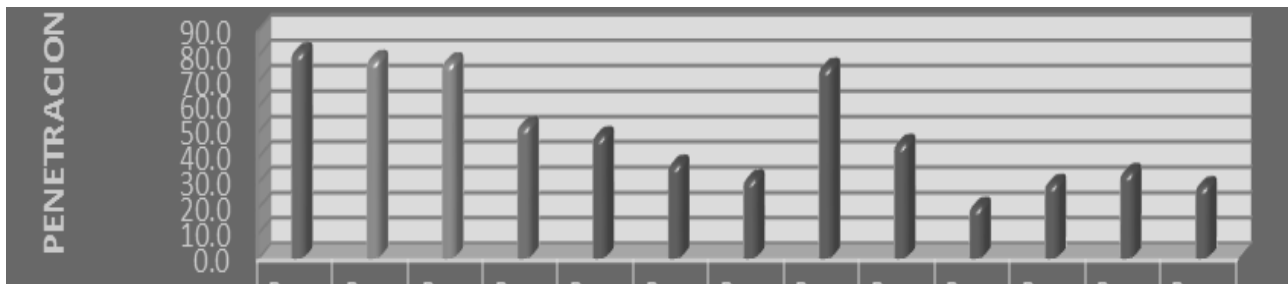
### Evaluación de los ensayos sobre el material recuperado

En las investigaciones realizadas sobre el material recuperado en el tiempo se ha considerado la especificación del Comité AASHTO – AGC – ARTBA para cementos asfálticos polimerizados SBS. Habiéndose, realizado los ensayos que se especifican, se muestran en las tablas a continuación los resultados en el tiempo durante los 10 años (1, 4, 6 y 10) y de la última evaluación en diferentes progresivas de acuerdo a la división realizada, 9 tramos, en función de características similares de comportamiento visual patológico que presenta la carpeta de rodadura. Los resultados obtenidos se observan en las siguientes tablas con las respectivas observaciones y conclusiones

**Tabla 2. Penetración a 25 °C, 100 g – 5 s.**

Datos anteriores			Investigación a 10 años de servicio								
A 1 año de Servicio	4 Años de Servicio	6 Años de Servicio	090+00 a 090+05	092+00 a 093+00	094+00 a 095+00	096+00 a 097+00	098+00 a 099+00	100+00 a 101+00	102+09 a 104+08	106+05 a 108+09	110+05 a 111+00
81.0	77	52	48	37	31	75	45	20	29	34	28

**Figura 2: Comportamiento de la Penetración a 25 °C**

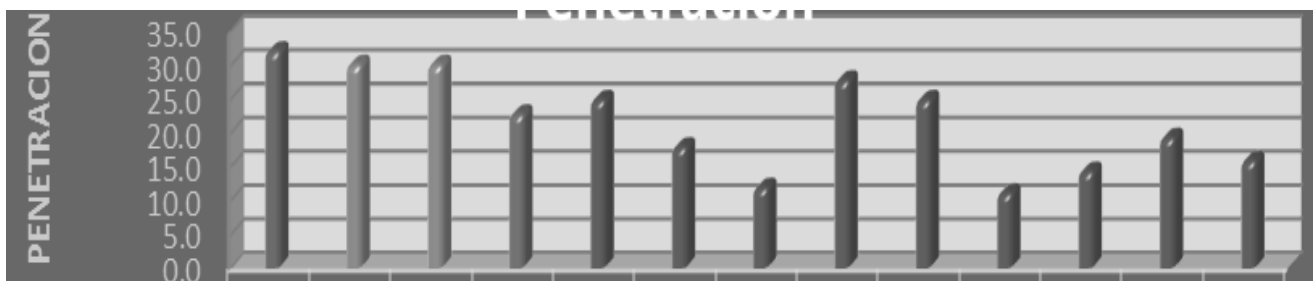


En la tabla y figura 2 se observa que en las progresiva 96+00 a 97+00 se presenta la mayor penetración y en la progresiva 100 a 101 la menor. El promedio es de 39 décimas de milímetros que comparadas con los anteriores datos se observa una mayor consistencia lógica que debe manifestarse en un mayor degradamiento de la carpeta de rodadura.

**Tabla 3. Penetración a 4 °C, 200 g – 60 s.**

Datos anteriores			Investigación a 10 años de servicio								
A 1 año de Servicio	4 Años de Servicio	6 Años de Servicio	090+00 a 090+05	092+00 a 093+00	094+00 a 095+00	096+00 a 097+00	098+00 a 099+00	100+00 a 101+00	102+09 a 104+08	106+05 a 108+09	110+05 a 111+00
32	30	23	25	18	12	28	25	11	14	19	16

**Figura 3: Comportamiento de la Penetración a 4 °C**

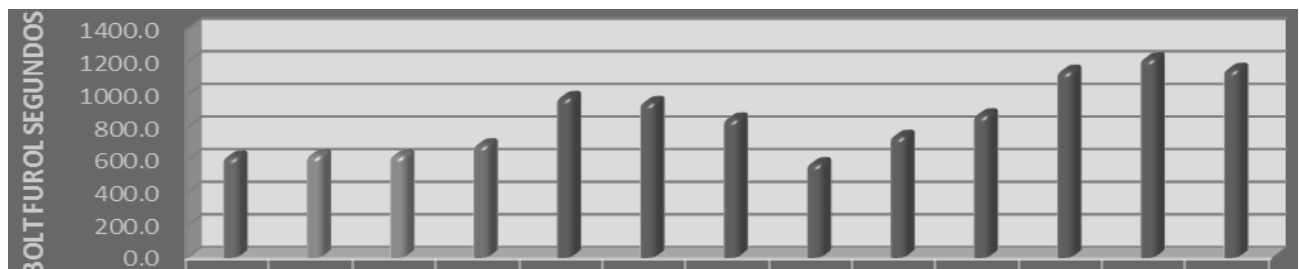


El promedio a 10 años es de 19 y el comportamiento es correlativo con el de penetración a 25 °C. Se puede visualizar el comportamiento en los tramos de la carretera y prever que por estos primeros resultados los tramos de menor penetración deberían presentar mayor degradamiento. En los tres primeros la penetración va disminuyendo, se recupera en el cuarto y el quinto para nuevamente caer en el siguiente con un comportamiento parecido en los últimos cuatro.

**Tabla 4. Viscosidad Saybolt Furol a 135 °C**

Datos anteriores			Investigación a 10 años de servicio								
A 1 año de Servicio	4 Años de Servicio	6 Años de Servicio	090+00 a 090+05	092+00 a 093+00	094+00 a 095+00	096+00 a 097+00	098+00 a 099+00	100+00 a 101+00	102+09 a 104+08	106+05 a 108+09	110+05 a 111+00
612	622	687.0	977.4	946.6	845.1	571.2	739.6	870.7	1137.8	1215.1	1150.3

**Figura 4: Comportamiento Viscosidad Saybolt Furol a 135 °C**

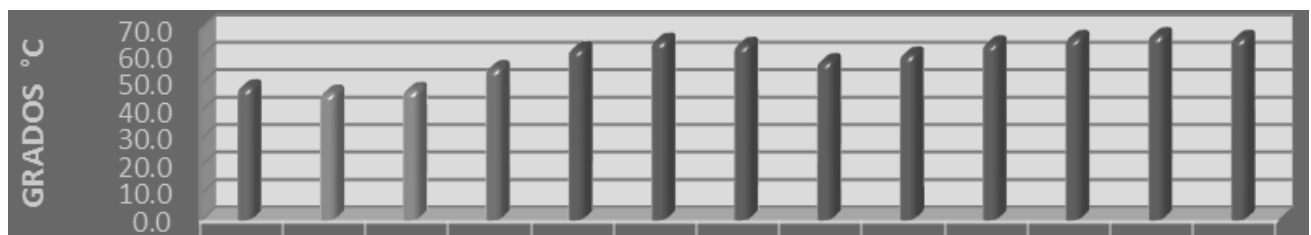


El promedio a 10 años es de 939 SFS aumentando en relación a los anteriores años, siendo un comportamiento lógico. La mayor viscosidad se presenta entre las progresivas 106+05 y 108+09 y la menor en la 96+00 y 97+00 concordando de alguna manera con el comportamiento a lo largo del tramo con los de penetración.

**Tabla 5. Punto de Ablandamiento °C**

Datos anteriores			Investigación a 10 años de servicio								
A 1 año de Servicio	4 Años de Servicio	6 Años de Servicio	090+00 a 090+05	092+00 a 093+00	094+00 a 095+00	096+00 a 097+00	098+00 a 099+00	100+00 a 101+00	102+09 a 104+08	106+05 a 108+09	110+05 a 111+00
48	49.5	55.0	62.0	65.0	63.5	57.5	60.0	64.0	66.0	67.0	66.0

**Figura 5: Comportamiento Punto de Ablandamiento °C**

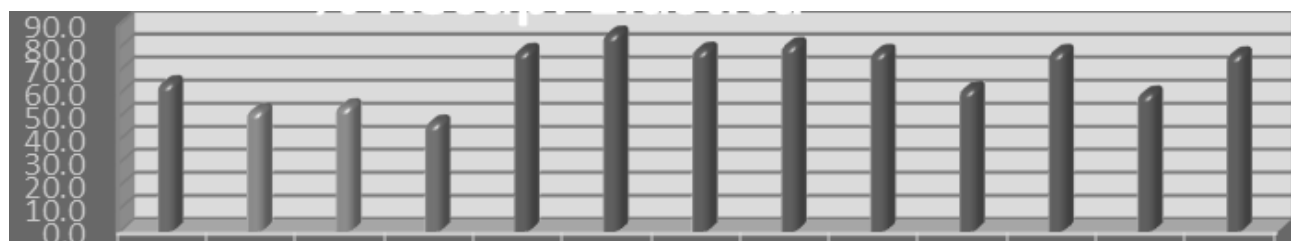


El promedio a 10 años es 63°C aumentando en el tiempo, lo que es lógico; y el comportamiento a lo largo de la carretera es concordante con el de la viscosidad, donde la viscosidad es alta el punto de ablandamiento también lo es, donde el degradamiento de la carpeta debe ser mayor.

**Tabla 6. Recuperación Elástica**

Datos anteriores			Investigación a 10 años de servicio								
A 1 año de Servicio	4 Años de Servicio	6 Años de Servicio	090+00 a 090+05	092+00 a 093+00	094+00 a 095+00	096+00 a 097+00	098+00 a 099+00	100+00 a 101+00	102+09 a 104+08	106+05 a 108+09	110+05 a 111+00
64	53	46.9	78.0	85.5	78.5	80.5	77.5	61.5	77.5	59.5	76.5

**Figura 6: Comportamiento Recuperación elástica**

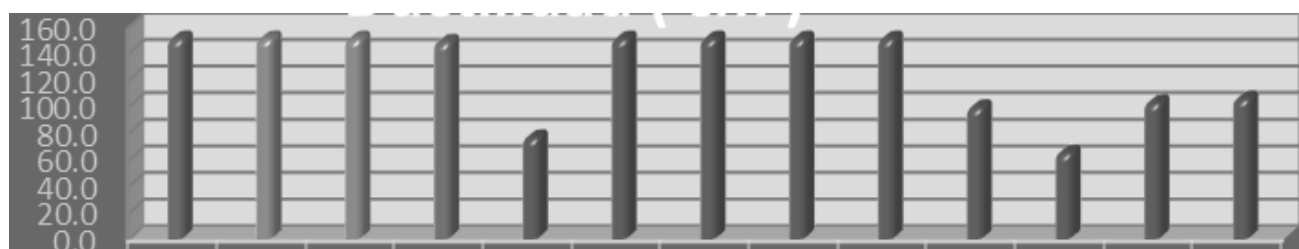


El promedio a 10 años es 75%, se observa que el comportamiento en el tiempo en los primeros 6 años la recuperación disminuye, pero a los 10, el promedio aumenta, que no parece ser lo más lógico por el envejecimiento que sufre el cemento. Ahora, a 10 años, la mayor recuperación elástica se presenta en el tramo 92+00 y 93+00 y la menor en el 106+05 y 108+09. De alguna manera el comportamiento es similar al de la viscosidad y punto de ablandamiento.

**Tabla 7. Ductilidad a 25 °C**

Datos anteriores			Investigación a 10 años de servicio								
A 1 año de Servicio	4 Años de Servicio	6 Años de Servicio	090+00 a 090+05	092+00 a 093+00	094+00 a 095+00	096+00 a 097+00	098+00 a 099+00	100+00 a 101+00	102+09 a 104+08	106+05 a 108+09	110+05 a 111+00
150	150	147.5	75.7	150.0	150.0	150.0	150.0	98.3	64.3	102.0	105.0

**Figura 7: Comportamiento Ductilidad a 25 °C**



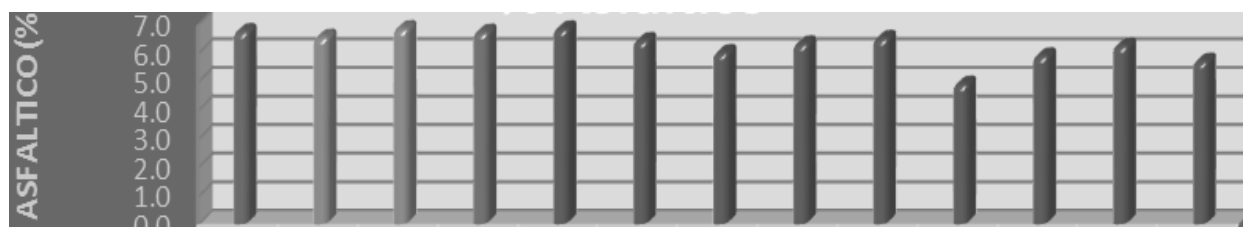
El promedio a 10 años es 116 cm, se observa que el comportamiento en el tiempo en los primeros 6 años se mantiene, a los 10 disminuye, que es lo más lógico por el envejecimiento que sufre el cemento. Ahora, a 10 años, iniciando el tramo la ductilidad cae, se recupera en los siguientes y vuelve a caer desde la progresiva 100+00 hasta la final 111+00.

**Tabla 8. Porcentaje de cemento asfáltico**

Datos anteriores			Investigación a 10 años de servicio								
A 1 año de Servicio	4 Años de Servicio	6 Años de Servicio	090+00 a 090+05	092+00 a 093+00	094+00 a 095+00	096+00 a 097+00	098+00 a 099+00	100+00 a 101+00	102+09 a 104+08	106+05 a 108+09	110+05 a 111+00
6.7	6.6	6.7	6.8	6.4	6.0	6.3	6.5	4.9	5.9	6.2	5.7



**Figura 8: Comportamiento del porcentaje de cemento asfáltico**



El promedio de cementos asfáltico es de 6,1%, y a excepción del primer tramo el porcentaje en los siguientes es menor a los años anteriores. En general, se observa que es mayor a 6% pero que en los últimos cuatro tiene un promedio debajo de los 6. Es importante observar que en el tramo entre las progresivas 100 y 101+00 el porcentaje es muy bajo, de 4,9%

Por los resultados que se observan se puede llegar a la conclusión que el cemento asfáltico en los primeros tres tramos presentaría mayor envejecimiento, recuperándose en los siguientes dos para nuevamente caer en los últimos cuatro y especialmente entre las progresivas 100 y 101+00

### Patologías en los tramos evaluados.

A continuación se muestran un resumen en fotografías de las patologías que se presentan en cada tramo y se agrupan en función de los resultados obtenidos de los ensayos de caracterización

**Figura 9: Patologías del 090+00 al 091+00**

Espesor de Tramo de vía Asfaltada	Kilometro 090+00			Kilometro 091+000		
	INICIO	MEDIO	FINAL	INICIO	MEDIO	FINAL

De acuerdo a los ensayos de caracterización y las patologías presentadas se distingue un primer tramo entre las progresivas 090+00 y 095+00, donde el espesor promedio es 7,5 cm incluido el primer testigo que es mayor, se observa que las fallas que más se presentan son las fisuras piel de cocodrilo de severidad baja a media, que son localizados y que en general el tramo se encuentra en buen estado. Se presentan algunas fisuras y reparaciones con bacheo.

En el tramo entre la progresivas 096+00 y 099+00, el espesor promedio también es de 7,5 cm, y se observa que las fallas que más se presentan son fisuras, que sobre el final aparecen en forma de piel de cocodrilo de severidad media, que son localizados y que en general el tramo se encuentra en mejor estado que el anterior, pero que sobre el final el deterioro es mayor que en el resto

**Figura 10: Patologías del 100+00 y 101+00**



Este sector que presente un espesor promedio de 8,0 cm, entre las progresivas 100+00 y 104+00, es el que más deteriorado se encuentra, especialmente el primer tramo, presentándose fisuras piel de cocodrilo, de severidad alta a media, que se van haciendo de severidad media a baja, pero que son frecuentes a largo del tramo y que incluso ya fueron reparadas. Sobre el final la carretera nuevamente se recupera.

En el tramo 106+00 y 111+00, donde el promedio de espesor del pavimento es de 8,0 cm, la carretera se recupera y presenta un comportamiento patológico menor, aunque las fisuras piel de cocodrilo son de severidad baja a media, se presentan con más frecuencia a lo largo del tramo, pero en general el tramo se encuentra mejor que su precedente, en regular estado, presentándose sobre el final exceso de cemento asfáltico.

## CONCLUSIONES

Los ensayos de caracterización convencionales del asfalto modificado manifiestan el grado de degradación de un tramo carretero, donde se puede observar una correlación de resultados entre los ensayos y el envejecimiento en condiciones climatológicas características del altiplano boliviano y en relación a los años de servicio de la carretera.

Donde el porcentaje asfáltico es menor al 5% se presenta mayor cantidad de degradaciones y fallas de la capa de rodadura de la carretera y en los tramos que es superior el comportamiento de la mezcla asfáltica es más favorable a las condiciones climáticas del altiplano boliviano y al tráfico vehicular a lo largo de los 10 años de servicio de la carretera

## REFERENCIAS

- Bustamante Cuellar, Jorge. Recuperación Evaluación y Comparación técnica de los materiales bituminosos empleados en la carretera Rio Seco – Desaguadero. Tramo 2: guaqui - desaguadero (asfalto polimerizado). La Paz, 2008
- Bustamante Cuellar, David Gonzalo. Investigación sobre la recuperación, evaluación y comparación técnica de los materiales bituminosos empleados en la carretera Rio Seco – Desaguadero. Tramo 1: Rio seco – Guaqui (asfalto convencional) a 10 años de servicio. La Paz, 2008.
- Sirpa Cruz, Félix. Evaluación Superficial y Estructural del Pavimento Modificado con Polímeros tramo Guaqui-Desaguadero. La Paz, 2007.
- Rojas Mamani, Carlos. Recuperación y Análisis de los Cementos Asfálticos Modificados con Polímeros utilizados en pavimentos. La Paz, 2005
- Sarmiento Valdivia, Boris. Comportamiento del Cemento Asfáltico Modificado con Polímeros en Carpetas Asfálticas. La Paz, 2002