

Medellín, 22 de Febrero de 2017

COT-1310 - 67 – 051

Ingeniero  
ALEXANDER HENAO ZAPATA  
Administrador vial  
Devimed  
La ciudad

Asunto: Propuesta técnico-económica para la evaluación de los trabajos de auscultación, evaluación, análisis y presentación de posibles intervenciones en el asfalto existente para la concesión Devimed, en una longitud aproximada de 344Km.

Cordial Saludo,

Atendiendo su solicitud, a continuación se presenta la cotización para realizar las mediciones del asunto.

## 1 OBJETO

Programar y ejecutar las actividades necesarias para la evaluación, medición y control de varios parámetros funcionales y estructurales de la concesión vial Devimed, con una longitud aproximada de 344Km, como son: Índice de Regularidad Internacional, coeficiente de resistencia al deslizamiento, evaluación de daños y estado de bermas y zonas laterales, ahuellamiento y deformaciones, toma de núcleos, sondeos de exploración, evaluación deflectométrica y evaluación del tránsito.

## 2 ALCANCE

La evaluación se hará siguiendo los lineamientos por la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, términos de referencia del contrato de concesión y manuales de diseño de pavimentos y guía de rehabilitación.

### 3 METODOLOGÍA

#### 3.1 Medición del IRI, ahuellamiento y textura

**La regularidad** superficial es la característica más percibida por el usuario ya que afecta a la comodidad de rodadura. Se relaciona con los efectos de las vibraciones, tales como niveles de deterioros, probabilidad de dañar a las mercancías transportadas, desgaste de los vehículos y consumo de energía. La comodidad depende principalmente del vehículo y del perfil longitudinal de la carretera. La mayor parte de los sistemas miden el perfil directamente y después se analiza para obtener un indicador de la regularidad superficial.

**El ahuellamiento** observado en el perfil transversal, se precisa para determinar zonas donde el agua no pueda desaguar a pesar de la pendiente del pavimento. Las deformaciones son originadas por: El tráfico (intensidad, peso y velocidad) o por el tipo de material usado.

La magnitud de la profundidad de las deformaciones viene muy influenciada por la temperatura, por la velocidad de los vehículos pesados y por el tipo de mezcla que se emplee. Además de reducir la comodidad, las deformaciones pueden resultar peligrosas al interferir en el control del vehículo y permitir el estancamiento del agua, aumentando el riesgo de hidroplaneo.

#### *Perfilógrafo Dinámico RSP MARK III*



**La textura** de un pavimento, tiene una gran influencia en las características de resistencia al deslizamiento de un pavimento, se puede definir considerando que la adherencia superficial está determinada por dos tipos de condiciones: microtextura y Macrotextura. Por este motivo, la textura debe acompañar las medidas de fricción en un pavimento, para poder determinar que la condición superficial de la capa de rodadura, es apta para una circulación segura con respecto a la adherencia.

Para medir estos parámetros, AIM SAS tiene previsto el uso del perfilógrafo dinámico DYNATEST RSP MARK III, el cual puede medir la regularidad y el ahuellamiento en toda ruta, aeropuerto o vía circuleable por vehículos, cualquiera sea la estructura de la vía y la naturaleza del revestimiento o capa de rodadura del pavimento, evaluando y procesando la vía para una longitud o intervalo de separación de cualquier distancia.

### 3.2 Evaluación de la fricción.

La fricción o resistencia al deslizamiento del pavimento es un valor crítico en la seguridad cuando el pavimento está mojado. Su medida y estudio es fundamental en carreteras de elevada intensidad de tráfico.

#### *Equipo Grip-Tester.*





A.I.M. SAS dispone para este fin del GripTester, éste es un remolque, que mide la fricción por medio de una de sus llantas la cual se puede bloquear hasta un 14.5%. Esta llanta está elaborada con caucho liso fabricado de acuerdo con las especificaciones de la ASTM y va montando en un eje instrumentado para medir el arrastre de la fuerza horizontal y la fuerza de peso vertical. Con estas medidas, la fricción dinámica leída es automáticamente calculada y transmitida al computador colector de datos, normalmente ubicado en la cabina del auto remolcador.

### 3.3 Evaluación de daños, fisuras y grietas, estado de bermas y zonas laterales.

La aparición de fisuras es el primer aviso de una vía con problemas. Es señal de tensiones, debidas a condiciones climáticas o de cargas de tráfico que han sobrepasado los límites de la resistencia de los materiales que constituyen el pavimento o a problemas con la sub-rasante. Es la señal para el ingeniero de que los costos de conservación se van a disparar sino se actúa con prontitud.

#### *Metodología utilizada en la evaluación de daños*



Para tal fin auxiliares de ingeniería con entrenamiento en patología de pavimentos realizarán un recorrido a pie para toda la vía recolectando los datos de los daños que se presenten en la superficie de rodadura, especificando su tipo, severidad y extensión.

Para registrar y medir las longitudes se empleará un odómetro manual del tipo rueda métrica. Esta información es tomada cada 50m.

### 3.4 Evaluación del tránsito.

La evaluación o estudios de tránsito se llevará a cabo con el fin de calcular el dato de tránsito promedio para varios tramos del oriente Antioqueño que hacen parte de la Concesión DEVIMED.

Dentro de las actividades que se pretende ejecutar están:

- Programación general para la recopilación de la información de aforos vehiculares
- Diseño de Formatos para la recopilación de los aforos vehiculares
- Localización General de los puntos de aforos Vehiculares
- Recopilación de información de campo
- Análisis y procesamiento de Información
- Generación de resultados

#### 3.4.1 Localización y horarios propuestos.

Para el cálculo de los tránsitos promedio se propone dos tipos de estaciones de conteo: Estaciones maestras, las cuáles se realizan 7 días, durante las 24 horas (donde las condiciones de seguridad lo permita), en temporada típica de demanda y unas estaciones muestrales, las cuáles se hacen durante un día de semana y un día de fin de semana entre las 06:00 y 20:00 horas.

### 3.4.2 Elaboración plan de trabajo.

Comprende la definición en detalle de todas las actividades a realizar en el estudio para el logro de los objetivos propuestos, en especial lo relacionado con la toma de información de campo, su procesamiento y análisis.

### 3.4.3 Recopilación de información secundaria.

La información secundaria a recopilar comprende entre otros, los siguientes documentos:

- Planos del sector en medio magnético.
- Descripción de recorridos actuales.
- Estado actual de las vías.

### 3.4.4 Recopilación de información primaria.

#### 3.4.4.1 Recorridos de reconocimiento general del tramo vial en estudio.

Se realizará un reconocimiento general del tramo vial en estudio y en algunos casos las vías del área de influencia, con el fin de poder proyectar el posible tránsito atraído.

#### 3.4.4.2 Conteos Vehiculares.

Para el procesamiento de los datos se toma la información clasificando el tráfico en: bicicletas, motos, autos, taxis, buses, camiones (C2P, C2G, C3-C4, C5 Y <C5). Donde se contará con estaciones maestras y muestrales, tal como se mencionó anteriormente.

Para el análisis se consideran dos tipos de vías a estudiar, unas sobre los corredores principales de la región donde se tiene la vía entre la Glorieta de Sancho Paisa y el Municipio de Rionegro y el tramo adicional entre el aeropuerto a Llanogrande (Color rojo imagen), y otro tipo de vías que son los ingresos principales a los municipios y la conexión entre ellos (Color Verde Imagen).



- Tramos a estudiar Vía Principal (LINEAS ROJAS)

El tramo de la Vía Principal entre La Glorieta de Sancho Paisa y el Municipio de Rionegro se parte en varios tramos, de acuerdo con las características de tránsito, debido al paso por centros importantes generadores o atractores de viajes.

- 1 - Glorieta Sancho Paisa – Glorieta La Fe
- 1M - Glorieta La Fe – Glorieta Don Diego
- 4 - Glorieta Don Diego – Llano Grande
- 5 - Llano Grande – Municipio de Rionegro
- 8 – Conexión M. Rionegro con Vía Marinilla
- 6 – Llano Grande – “T” Aeropuerto

Tramos de Conexión de Municipios (LINEAS VERDES)

- 2M – La Fe – El Retiro
- 3 – Don Diego – La Ceja
- 7 – Rionegro – La Ceja
- 9 – Rionegro – Marinilla
- 10 – Rionegro – Carmen de Viboral
- 11 – La Ceja – La Unión
- 12 – Santuario – Zamora.
- 13 - Caño Alegre - Santuario

**Estaciones Maestras:** Se tomarán los puntos que se relacionan a continuación como estaciones maestras, las cuales se ejecutan durante 7 días por 24 horas, siempre que las condiciones de seguridad lo permitan. Con estas estaciones se encontrarán unos factores de expansión para convertir todos los datos parciales de las estaciones muestrales en datos de promedio semanal.

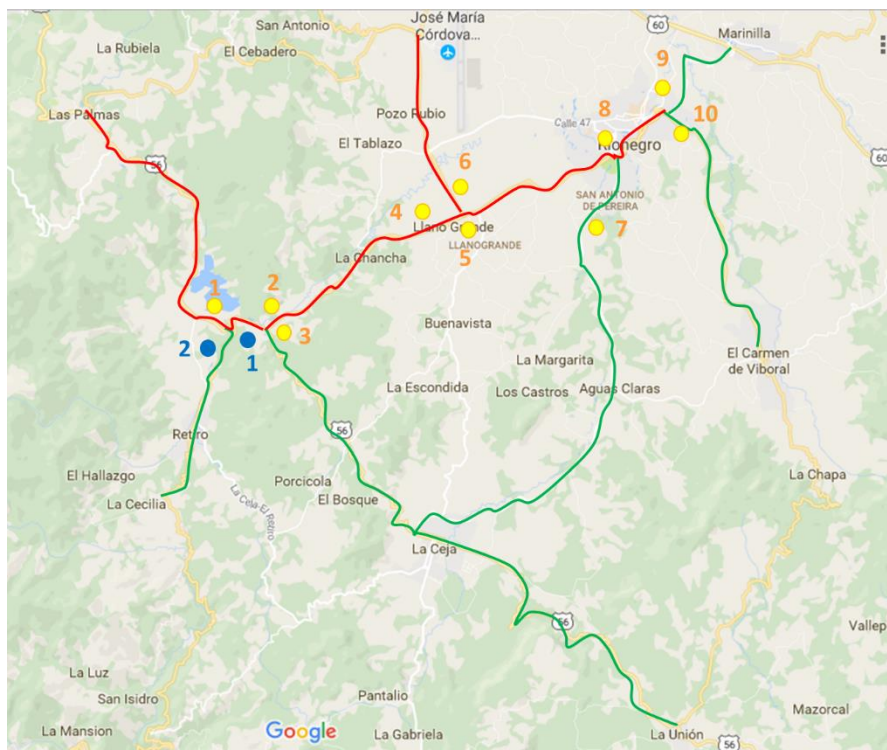
Las estaciones maestras se seleccionan buscando tener una sobre los corredores principales y tener otra sobre los corredores de conexión con los municipios de la región. Los sitios que se proponen para esta toma de información son los siguientes:

- 1M - Glorieta La Fe – Glorieta Don Diego
- 2M – La Fe – El Retiro

**Estaciones muestrales:** Se tomarán los puntos que se relacionan a continuación, como estaciones muestrales, las cuáles se ejecutan durante 1 día típico laboral y un día de fin de semana, entre las 06:00 y las 20:00 horas.

- 1 - Glorieta Sancho Paisa – Glorieta La Fe
- 2 - Glorieta Don Diego – Llano Grande
- 3 – Don Diego – La Ceja
- 4 - Glorieta Don Diego – Llano Grande
- 5 - Llano Grande – Municipio de Rionegro
- 6 – Llano Grande – “T” Aeropuerto
- 7 – Rionegro – La Ceja
- 8 – Conexión M. Rionegro con Vía Marinilla
- 9 – Rionegro – Marinilla
- 10 – Rionegro – Carmen de Viboral
- 11 – La Ceja – La Unión
- 12 – Santuario – Zamora.
- 13 - Caño Alegre - Santuario

Figura 1 Ubicación Tramos Viales



FUENTE. Elaboración Propia



### 3.4.4.3 Procesamiento y Análisis de la Información

Una vez recopilada y procesada la información primaria y secundaria, se procederá a analizar los resultados obtenidos, en la cual se definirán unas condiciones de operación actual de la zona.

## 4 EVALUACIÓN DEFLECTOMÉTRICA

Para la medición de las deflexiones, AIM SAS dispone de un Deflectómetro de Impacto FWD PRI 2100 en versión de remolque con una carga máxima de 150 kN. Fabricado por la empresa CarlBro. La evaluación consiste en aplicar una carga de 150 kN en el pavimento, a través de un plato circular, cuya superficie de contacto se asemeja a la rueda de un vehículo comercial, las deflexiones producidas son medidas por un grupo de nueve geófonos espaciados cada uno a 30 cm montados sobre una regla de 2.5 m de longitud.

La toma de puntos se hará espaciada cada 50m al tres bolillo en la calzada de la carretera, para tener en cada carril, un punto cada 100m o 20 puntos por kilómetro.



**Equipo Deflectómetro de Impacto FWD.**

## 5 MEDICIÓN DE ESPESORES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

La medición de los espesores del pavimento se hará manualmente, efectuando sondeos de exploración, espaciados cada 2 Km, donde se realizará una excavación, a un costado de la estructura de pavimento, tomando nota de todos los espesores que componen el paquete estructural en ese punto.

También se ejecutará cada kilómetro, la toma de núcleos con broca diamantada para conocer el espesor de la capa de rodadura con mayor precisión, ajustando la estadística de análisis, con los espesores de los materiales obtenidos con los sondeos de exploración.

Con la información recolectada de los espesores de la estructura de pavimento, se podrán ingresar al programa de retrocálculo para calcular el número estructural efectivo (SN) y el módulo resiliente de la subrasante (MR), parámetros estructurales que se calculan a partir de la información deflectométrica.



**Núcleos y sondeos de inspección.**

## 6 IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ANÁLISIS, PLANIFICACIÓN, GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA.

Una vez recolectados los datos de espesores, deflexiones, daños, IRI y demás, previo procesamiento para el cálculo del estado tanto estructural (número estructural metodología AASHTO 93 SN en base a las deflexiones y los espesores del pavimento), como funcional, se pueden establecer rangos, que identifican tramos homogéneos que tiene la vía o las vías, asignando una letra que representa el estado funcional y estructural. Las letras van de la A a la F, en donde un tramo homogéneo categorizado con la letra A representa unas óptimas condiciones de funcionalidad y un comportamiento estructural adecuado ante la solicitud de tráfico actual, mientras que un tramo homogéneo categorizado con la letra F indica que sus condiciones funcionales y estructurales han llegado al final de su vida útil y que el tramo requiere una gran intervención para volver a proporcionar las condiciones de servicio seguras y cómodas. Las letras B, C, D y E representan estados intermedios, los cuales, requieren de niveles de intervención intermedios para mantener a través del tiempo su condición o alcanzar niveles más altos.

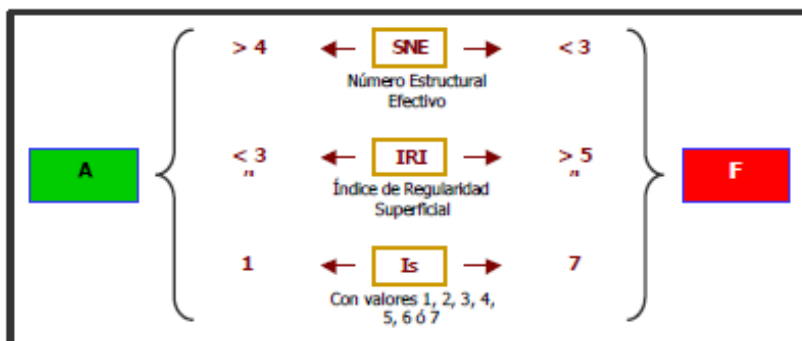


Figura 2: Identificación de la Condición de Clase del pavimento.

El rango de categorización esperado a través del tiempo en un tramo homogéneo dependerá de nivel de intervención establecido a partir de la estrategia óptima. Es así como en tramos con ninguna o poca intervención se espera que disminuya su categoría, en tramos con intervenciones medianas se espera que su categoría se conserve y por último en tramos con grandes intervenciones se espera que su categoría aumente notablemente, tal como se muestra en la siguiente figura 3.



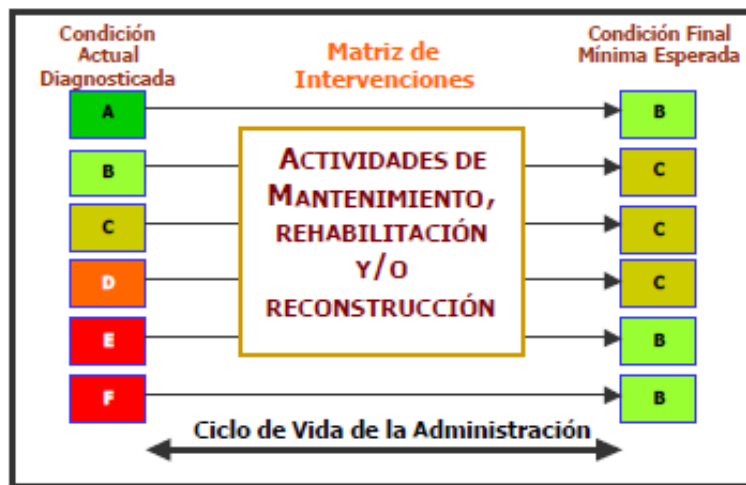


Figura 3: Matriz de Intervención Vial

Teniendo en cuenta esto, a partir de la matriz de categorización se establece una categoría esperada, mediante la aplicación de unas actividades para su intervención. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se muestra la matriz de categorización, que nos permite obtener un resultado de la búsqueda de la intervención óptima con un manejo racional de los recursos asignados al mantenimiento de un corredor vial y de los tramos homogéneos que lo componen, que tiene en cuenta tanto su nivel de estado funcional y estructural en función del nivel de tránsito detectado.

CATEGORÍA DE CONDICIÓN ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL INICIAL	INTERVENCIÓN 1	INTERVENCIÓN 2	INTERVENCIÓN 3	INTERVENCIÓN 4
A	Mantenimiento Rutinario			
B	Mantenimiento Rutinario	Mantenimiento Periódico	Rehabilitación	
C	Mantenimiento Rutinario	Mantenimiento Periódico	Rehabilitación	
D	Mantenimiento Rutinario		Rehabilitación	
E	Mantenimiento Rutinario			Reconstrucción
F	NA			Reconstrucción

Figura 4: tipo de intervenciones.

Así mismo, inmediatamente podremos definir las alternativas de intervención para cada unidad homogénea y determinar las actividades de intervención, que pueden ser de mantenimiento rutinario y periódico, rehabilitación o reconstrucción.

## 7 REQUERIMIENTOS DE AIM S.A.S PARA EJECUTAR EL PROYECTO

La vía deberá tener un abscisado claro, que garantice unos puntos de referencia visibles como mínimo cada 20m y **que deberán estar materializados en la vía**, de igual forma se deberá proveer de la tramificación del proyecto, la cual se dará a conocer mediante un recorrido previo de la vía.

Se requiere entregas parciales:

- SI ☐ NO ☒ PERIODICIDAD: \_\_\_\_\_
- Tipo informe (General, Ejecutivo, Ambiental, Social, etc.):

Características del Informe:

- Incluye planos SI ☐ NO ☒
- Requiere entrega de copia magnética al cliente SI ☒ NO ☐
- Otras consideraciones para el uso adecuado del diseño: La vía deberá tener un abscisado claro y materializado, que garantice unos puntos de referencia visibles como mínimo cada 20m, esto con el fin de entregar la información de manera coherente y de fácil ubicación según el mismo abscisado que se lleva en el proyecto. De igual forma se deberá proveer de la tramificación del proyecto, la cual se dará a conocer mediante un recorrido previo de la vía.

## 8 DOCUMENTOS A ENTREGAR POR AIM S.A.S

Se entregará **un (1) informe final en medio físico y magnético y una copia**, donde se detalla el trabajo realizado en campo y oficina, y contiene como mínimo lo siguiente:

- Estudio detallado de los documentos originales.
- Memorias en crudo de campo de todos los elementos evaluados.
- Implementación de estrategias de rehabilitación.
- Certificados de calibración de todos los equipos utilizados en la evaluación.

Se entregarán un informe donde se consolidan los resultados de los aforos vehiculares y las proyecciones del tránsito para la vía en estudio.

- Informe 1: Plan de Trabajo y Metodología del Estudio.

En el cual se detallen las actividades, metodología, localización exacta de los puntos de aforo, y cronograma de tallado de la toma de información. Este documento se entregará a los cinco (5) días de firmado el contrato y de la entrega del anticipo.

- Informe 3. Informe Final

Informe final con los resultados obtenidos de los aforos realizados, entregados en términos de TPD semanal. Este informe estará acompañado de la siguiente información:

- ✓ Informe Escrito con análisis de los resultados.
- ✓ Anexos de caculos realizados
- ✓ Esquemas con la localización de los volúmenes en los sitios realizados
- ✓ Registro Fotográfico de la red vial complementaria.

Como informe final se entregará los formatos originales, los archivos con el procesamiento de la información y un documento con el resumen de todos los resultados obtenidos.

## 9 PLAZO

Una vez adjudicada la cotización y previo el pago del anticipo se procederá a realizar los trabajos de campo. El informe final con los resultados obtenidos de



los trabajos de campo, conclusiones y recomendaciones será entregado en un plazo de 3.5 meses.

## 10 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ESTUDIOS DE REHABILITACIÓN CONCESIÓN DEVIMED																
ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO EN SEMANAS														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1.0	Estudio de documentos originales															
2.0	Verificación del tránsito															
2.1	Recopilación información secundaria															
2.2	Elaboración plan de trabajo															
2.3	Trabajos de campo															
2.4	Procesamiento de datos															
2.5	Elaboración informe de tránsito															
3.0	Medición de daños en la superficie															
3.1	Procesamiento y cálculo de deterioro superficial															
4.0	Medición de deflexiones															
4.1	Cálculo de variables estructurales															
5.0	Verificación de la estructura mediante sondeos															
6.0	Extracción de núcleos con broca															
7.0	Medición de la regularidad superficial -IRI-															
8.0	Evaluación de la macrotextura y resistencia al deslizamiento															
9.0	Evaluación, diagnóstico e intervención por refuerzo															
9.1	Análisis matriz de intervenciones (sectorización)															
10.0	Implementación de estrategia de análisis, planificación, gestión y evaluación de la información de la vía															
11.0	Elaboración de informe final															
TOTAL EJECUCION DE TRABAJOS																

## 11 VALOR DE LA OFERTA ECONÓMICA

La ejecución de los trabajos tiene un valor total de **\$243.606.876 antes de IVA** según la cantidad de kilómetros de vías a evaluar.

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE PAVIMENTOS PARA REHABILITACIÓN CONCESIÓN DEVIMED VERSIÓN 0					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	Estudio detallado de los documentos originales de diseño	GLOBAL	1	\$ 2,993,238.00	\$ 2,993,238.00
2	Verificación de tránsito	GLOBAL	1	\$ 60,756,420.00	\$ 60,756,420.00
3	Medición de los daños actuales en superficie	km-calzada	344	\$ 80,123.20	\$ 27,562,380.80
4	Determinación de las deflexiones recuperables por carga (20 puntos por km-calzada)	km-calzada	344	\$ 170,238.60	\$ 58,562,078.40
5	Verificación de la estructura mediante la excavación de sondeos	Unidad	172	\$ 60,866.10	\$ 10,468,969.20
6	Extracción de núcleos aserrados con broca diamantada	Unidad	344	\$ 78,726.60	\$ 27,081,950.40
7	Medición de la regularidad superficial -IRI-	km-calzada	344	\$ 44,238.60	\$ 15,218,078.40
8	Evaluación de la macrotextura y resistencia al deslizamiento	km-calzada	344	\$ 80,238.60	\$ 27,602,078.40
9	Evaluación, diagnóstico e intervención por refuerzo	km-calzada	344	\$ 24,339.98	\$ 8,372,952.00
10	Implementación de estrategia de análisis, planificación, gestión y evaluación de la información de la vía	GLOBAL	1	\$ 4,988,730.00	\$ 4,988,730.00
SUBTOTAL PROPUESTA					\$ 243,606,875.60
IVA DEL 19%					\$ 46,285,306.36
TOTAL PROPUESTA					\$ 289,892,181.96

Nota 1: el valor final a facturar es el que resulte del total real de kilómetros evaluados por el valor unitario mostrado en la tabla anterior de cada indicador.

Nota 2: la vía debe estar claramente y materializado sus puntos de referencia y/o abscisado, esto con el fin de entregar la información tomada en campo, amarrada a dichos puntos.

**Nota 3: las mediciones del ahuellamiento tomadas con el equipo perfilómetro, se entregarán como un plus adicional al proyecto, ya que estas mediciones se consideran importantes, pues inciden en la seguridad y funcionalidad de la vía. Además, son datos necesarios para poder determinar el índice de deterioro superficial en un pavimento flexible.**

## 12 REAJUSTES

Todas las tarifas son válidas para el año 2017, las cuales incluyen el 19% del IVA, las actividades que se ejecuten estarán sujetas a reajustes de acuerdo con el Índice nacional de Precios al Consumidor (IPC), establecido para el año inmediatamente anterior.

Esta propuesta es válida por treinta (30) días contados a partir de la fecha.

## 13 DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

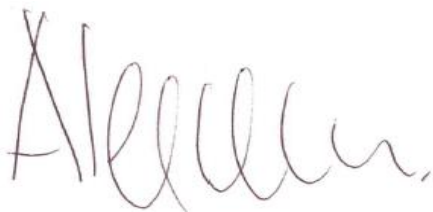
En caso de adjudicar esta propuesta, se pide avisar con una semana de anticipación para organizar cronograma de trabajo, fecha de inicio y fecha probable de finalización, todo esto para corroborar la disponibilidad y adaptarla a sus necesidades, ya que en estos momentos, los equipos se encuentran realizando trabajos en varias vías del país.

## 14 FORMA DE PAGO

Corresponderá al 40% para dar inicio a los trabajos de campo, 25% al finalizar los trabajos de campo, 25% previa entrega del informe con los resultados y el 10% previa aprobación del informe.

Estamos dispuestos a aclarar cualquier inquietud presentada en la Cotización.

Cordialmente,



**JOSE ALEJANDRO URBINA DAZA**

Director del área de pavimentos y auscultación de vías.