

1.1. Antecedentes.

El tramo en estudio Entre Ríos - Abra de San Simón, es parte del trazo que pertenece a la red fundamental F-11, cuenta con una longitud de 7 km, dicha ruta es estratégica porque es la vinculación entre la capital del Departamento de Tarija y la Provincia Gran Chaco.

En la provincia se distinguen dos redes camineras, la red principal o troncal y la red secundaria o vecinal.

La red troncal vincula a la capital de la provincia Entre Ríos, con las ciudades de Tarija, Villa Montes y Yacuiba, está considerada por el Servicio Departamental de Caminos (S.D.C.) como complementaria.

Es un camino de tierra que está siendo mantenido y mejorado periódicamente, contándose con un buen ripiado, atención de alcantarillas y desagües, su transitabilidad es continua casi todo el año con pequeñas interrupciones durante la época de lluvias, por estas características es considerada como una carretera de tercer orden.

La red de caminos vecinales tiene muchas restricciones de transitabilidad durante la época de lluvias, tampoco se realiza un mantenimiento periódico, aunque en el último tiempo se están mejorando tres rutas principales, adecuadamente. El mejoramiento consiste en un ensanchamiento de la vía en 5,50 metros, un compactado con 12 cm de grava, construcción de algunos desagües y alcantarillas. Dentro de la red de caminos vecinales, hay también pequeños tramos con una característica de camino de penetración.

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

El objetivo principal es realizar un estudio que determine los tipos de suelos y sus características físico-mecánicas a insertar en el mantenimiento de la ruta F-11 que la misma forma parte el tramo Entre Ríos - Abra de San Simón.

1.2.2. Objetivos específicos.

Determinar mediante estudios de laboratorio las características físico-mecánico de los materiales insertados en la capa de rodadura del tramo Entre

Ríos - Abra de San Simón en el mantenimiento periódico de la Red Fundamental.

1.3. Metas.

- La extracción de muestras se realizarán cada 500 metros lineales en un total de 7 km de que consta el estudio, obteniendo de esta manera 14 calicatas de extracción de muestras.
- Reconocimiento y/o estudio de bancos de préstamo de material.
- Determinación del tipo de suelo existente en la capa de rodadura.
- Determinación del C.B.R. característico de la capa de rodadura.
- Determinación del grado de compactación Proctor T-180.

1.4. Justificación.

El desarrollo económico y social de los pueblos y/o comunidades se debe en gran parte a la integración entre ellos por medio de una adecuada infraestructura vial, que promueva las actividades agrícolas, pecuarias, servicios, etc.

El mantenimiento vial de la capa de la red fundamental correspondiente al tramo Entre Ríos – Abra de San Simón es una necesidad primordial para la comunicación entre la capital del departamento de Tarija y la provincia Gran Chaco, para la provincia este tramo se considera como una red troncal, la misma deberá de estar en óptimas condiciones de uso sobre todo en tiempo de lluvias, para de esta manera no aislar temporalmente la provincia con el resto del departamento.

El mantenimiento de este tramo caminero beneficiará en lo referente a la competitividad productiva de las comunidades adyacentes, pues los mismos podrán llevar sus productos con menor dificultad hacia los diferentes mercados de consumo y éstas a la vez se beneficiarán por la mayor demanda de transporte en esta ruta por ser óptima y segura para su uso.

Con el mantenimiento vial de esta ruta, los accidentes de tránsito que ocurre en este tramo debido al desgaste y deterioro del mismo sobre todo durante la época de lluvias disminuirán considerablemente, de esta manera salvaguardando las vidas de las personas que usan habitualmente esta ruta.

1.5. Alcance.

Para el desarrollo del presente estudio denominado “ESTUDIO DE MATERIALES UTILIZADOS EN EL MANTENIMIENTO VIAL EN LA CAPA DE RODADURA DE LA RED FUNDAMENTAL CORRESPONDIENTE AL TRAMO ENTRE RÍOS - ABRA DE SAN SIMÓN”.

Se realizará una introducción donde se explicará los antecedentes referidos al tema, justificando e indicando la metodología que se seguirá para conseguir los objetivos propuestos.

Ejecutar un análisis de las propiedades y características de los materiales que conforman la capa de rodadura.

Acerca de la influencia del espectro de carga haciendo partícipes a diversos factores que influyen en el dimensionamiento, por ejemplo la variación del tipo de carga, variación de carga, variación del volumen de tráfico.

Determinar el tipo de material utilizado en el mantenimiento del tramo Entre Ríos – Abra de San Simón, con el objeto de obtener las características técnicas de los mismos insertados en la capa de rodadura.

La ubicación de la aplicación práctica es el tramo Entre Ríos - Abra de San Simón, debido a que este tramo carretero tiene un alto flujo vehicular y está ligado a un tránsito de vehículos con diferentes capacidades de carga consecuentemente nos muestra el comportamiento de los diferentes materiales granulares en estudio.

1.6. Metodología del estudio.

Con el objetivo de reunir los criterios adecuados para realizar el estudio de materiales utilizados, este proceso se ha estructurado de acuerdo a las siguientes etapas:

- **Recopilación de información:** consiste en la recolección, evaluación y análisis de la documentación existente, tales como el estudio de factibilidad. Se ha revisado el diseño de dicha capa de rodadura y el estudio de tráfico.
- **Trabajos de campo:** consiste en un recorrido del tramo en estudio, su observación minuciosa del aspecto geográfico, hidrológico, condiciones de drenaje, tráfico, distribución poblacional, así como recopilación de

información de campo acerca del comportamiento de la carretera afirmada existente.

- **Fase de Gabinete:** consistente en la elección de los métodos más adecuados para el diseño, la determinación de los parámetros de diseño, el procesamiento de datos, obtención de resultados, conclusiones y recomendaciones de la etapa de estudio.

1.7. Métodos técnicos utilizados.

Por los objetivos y alcances del presente estudio se ha realizado la clasificación de las muestras de suelos mediante los sistemas AASHTO y SUCS.

Teniendo en cuenta que en la naturaleza existe una gran variedad de suelos, la ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los mismos. Cada uno de estos métodos tiene prácticamente, su campo de aplicación según la necesidad y uso que los haya fundamentado. Los principales sistemas de clasificación suelos más utilizados actualmente son:

- **Metodología AASHTO**, la American Association of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos (AASHTO M 145), tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos, en el que los suelos se agrupan en función de su comportamiento como capa de soporte o asiento del firme. Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras.
- **Sistema unificado de suelos (SUCS)**, este sistema fue propuesto por Arturo Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en el año 1942 para aeropuertos.

Esta clasificación divide los suelos en:

- ✓ Suelos de grano grueso.
- ✓ Suelos de grano fino.
- ✓ Suelos orgánicos.

1.8. Normas comparables.

La existencia de esta variedad de clasificación de suelos se debe posiblemente al hecho de que tanto el ingeniero civil como el geólogo y el agrónomo analizan el suelo desde diferentes puntos de vista. Sin embargo lo que es fundamental es el

hecho de que cualquier clasificación que quiera abarcar las necesidades correspondientes debe estar basada en las propiedades mecánicas de los suelos ya que éstas son elementales en las variadas aplicaciones de ingeniería.

El sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) (Designación ASTM D-3282; método AASHTO M145) es uno de los primeros sistemas de clasificación de suelos, desarrollado por Terzaghi y Hogentogler en 1928. Este sistema pasó por varias revisiones y actualmente es usado para propósitos ingenieriles enfocados más en el campo de las carreteras como la construcción de los terraplenes, sub-rasantes, sub-bases y bases de las carreteras. Sin embargo es necesario recordar que un suelo que es bueno para el uso de sub-rasantes de carreteras puede ser muy pobre para otros propósitos.

Establece un rango del índice de plasticidad que diferencia a los suelos limosos de los suelos arcillosos.

El término limoso, es aplicado a la fracción fina del suelo que tiene un índice de plasticidad de 10 o menos.

El término arcilloso, es aplicado cuando la fracción fina tiene un índice de plasticidad de 11 o más.

Considera sólo la porción de suelo que pasa a través del tamiz de 75 mm. Si existieran partículas mayores (guijarros y cantos rodados), éstas son excluidas de la muestra de suelo que será clasificado, sin embargo el porcentaje de ese material debe ser medido y anotado junto con el resultado de la clasificación.

Características del sistema de clasificación AASHTO (ASTM D-3282).

1) Clasifica a los suelos en tres principales categorías:

- **Suelos granulares**, son suelos cuyo porcentaje que pasa el tamiz N° 200 es menor o igual al 35 % del total de la muestra. Estos suelos constituyen los grupos A-1, A-2 y A-3.
- **Suelos limo-arcilla o material fino**, son suelos cuyo porcentaje que pasa el tamiz N° 200 es mayor al 35 % del total de la muestra. Estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

- **Suelos orgánicos**, son los suelos que están constituidos principalmente por materia orgánica. Este tipo de suelos constituye el grupo A-8.

2) Adopta el siguiente rango de tamaño de partículas:

- **Cantos rodados**, son fragmentos de roca, usualmente redondeados por abrasión, que son retenidos en el tamiz de 3" (75 mm).
- **Grava**, es la fracción que pasa el tamiz de 3" (75 mm) y es retenido en el tamiz N° 10 (2 mm).
- **Arena**, es la fracción que pasa el tamiz N° 10 (2 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (0.075 mm).
- **El limo y la arcilla**, son partículas que pasan el tamiz N° 200 (0.075 mm).

Índice de grupo:

El requerimiento de parámetros de diseño correspondientes a las características del suelo, determina que la clasificación de suelos se realice por el Método AASHTO (M 145), principalmente con el fin de obtener el Índice de Grupo.

Este método clasifica a los suelos, de acuerdo a su composición granulométrica, su límite líquido y su índice de plasticidad, en siete grupos de A-1 a A-7. Los suelos cuyas partículas pasan el tamiz No. 200 (0,075 mm) en un porcentaje menor al 35 %, forman los grupos A1, A2, A3 y los sub-grupos que corresponden. En cambio los suelos finos limo-arcillosos que contienen más del 35 % de material fino que pasa el Tamiz No. 200, constituyen los grupos A-4, A-5, A-6, A-7 y los correspondientes sub-grupos.

La ventaja de este método radica en la posibilidad de evaluar la calidad del suelo a través del "Índice de Grupo". Los suelos que tienen similar comportamiento se encuentran en el mismo grupo y están representados por un determinado índice.

Los índices de grupo de los materiales granulares están comprendidos entre 0 y 4, los correspondientes a suelos limosos entre 8 y 12, y los correspondientes a suelos arcillosos entre 11 y 20 ó un número mayor.

El índice de grupo debe ser escrito entre paréntesis, su valor puede ser determinado mediante la fórmula siguiente:

$$IG = (F - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F - 15)(IP - 10)$$

Dónde: F = Porcentaje que pasa el tamiz No. 200

LL = Límite Líquido

IP = Índice de Plasticidad

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), tiene por objetivo proveer una clasificación cualitativa de los suelos de origen mineral u orgánico-mineral con fines ingenieriles, a partir de ensayos de laboratorio que determinan sus propiedades granulométricas y de plasticidad. Dicho sistema no clasifica cuantitativamente a los suelos, razón por la cual, no debe ser utilizado para la determinación de propiedades ingenieriles (resistencia al corte, etc.) ni para la estimación del comportamiento carga vs. deformación del suelo o del sistema suelo-estructura.

Comparación entre el sistema AASHTO y el SUCS:

Para estos sistemas tradicionales de clasificación podemos encontrar las siguientes conclusiones:

- Ambos sistemas están basados en la textura y la plasticidad del suelo.
- Ambos sistemas dividen los suelos en dos categorías mayores.
- El grano grueso y fino, separado por la malla N° 200.
- AASHTO considera grano fino cuando más del 35 % pasa por la malla N° 200.
- SUCS considera grano fino cuando más del 50 % pasa por la malla N° 200.
- El suelo de grano grueso que tiene cerca de 35 % de granos finos, tendrá comportamiento de material de grano fino, pues hay suficiente cantidad de finos que llenan vacíos entre los granos gruesos.
- En este aspecto (de estabilidad), AASHTO parece ser el más apropiado.
- En obras donde abunda la arcilla se pretende, a veces, estabilizarla con piedra: 1 kg de piedra más 1 kg de arcilla = 2 kg de arcilla (mirando el uso vial).
- AASHTO usa la malla N° 10 para separar la grava de la arena.

- SUCS usa la malla N° 4.
- La malla 10, como límite de separación, es el límite más alto aceptado para arena. Se usa en tecnología del concreto y en tecnología de las bases de carreteras.
- SUCS separa bien los suelos gravosos de los arenosos.
- AASHTO no los separa bien.
- Grupo A-2 del AASHTO, en particular, contiene una gran variedad de suelos.
- Símbolos como GW, SW, CH del SUCS describen mejor las propiedades del suelo.
- Símbolos A describen muy poco.
- Suelos orgánicos: OH, OL, y Pt son previstos en el SUCS, no así en el AASHTO.