

### **2.1.2.2 Red Rural o Comunal (Red Terciaria)**

#### **Introducción**

Plan de Inversión para los caminos rurales que componen la red terciaria cuyo tránsito es bajo se diseñará con la información disponible respecto al camino y al entorno social de los mismos y permitirá identificar y dimensionar los recursos necesarios para llevar adelante la tarea de gestión en las diferentes áreas consideradas.

El objetivo es presentar los resultados de la elaboración de la propuesta de Plan de inversión a corto plazo.

En el mismo se indicarán las tareas de mantenimiento periódico necesarias en la red rural bajo jurisdicción del MTPTC para los próximos cinco años para el escenario presupuestal que se otorgue.

A diferencia de las Redes Primarias y Secundarias para este tipo de caminos de red rural o terciaria donde el tránsito que circula es muy bajo, la metodología para la determinación del plan de inversión se basará en el análisis multicriterio para la realización de la evaluación principal de proyecto, en lugar de tomar el análisis costo-beneficio o costo eficiencia como metodología principal, sino que la misma se tomará como un aporte complementario.

El diseño y ejecución de estos proyectos o programas requieren de una articulación de varios niveles de decisión:

- El Estratégico donde se definen los lineamientos de políticas públicas.
- El Programático donde se definen los planes y programas intersectoriales e intra-sectoriales, y finalmente
- El nivel Operativo en el que se implementan los programas y proyectos sectoriales.

Para el área puentes y Emergencias Viales se utilizará la misma metodología que para las Redes Primaria y Secundaria.

El grado de sofisticación y precisión de los procedimientos fue determinado por los recursos de información disponibles en cada una de las áreas.

#### **Metodología para Caminos Rurales o Comunales**

Como se indicó anteriormente para este tipo de caminos de bajo tránsito de la Red Rural o terciaria la metodología a utilizar para la determinación del plan de inversión se basará principalmente en el análisis multicriterio.

Existen dos técnicas alternativas ampliamente empleadas para optimizar la toma de decisión multicriterio en evaluación de proyectos de inversión:

- (1) El método del Scoring o Puntuación y
- (2) El método de Análisis Multicriterio conocido como el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP).

Esta articulación de objetivos de distintos niveles plantea una dimensión de complejidad en la evaluación de proyectos de inversión, que requiere un abordaje técnico

apropiado, en el que el Análisis Multicriterio complementa la evaluación costo-beneficio del proyecto sectorial.

Por ejemplo, en el momento de evaluar un proyecto de Mejora de Accesibilidad y conectividad entre determinadas Localidades de las distintas Provincias desde un nivel estratégico, se deberá considerar la contribución de este a los objetivos de un programa del nivel superior como es la Política de Ordenamiento Territorial, y finalmente su contribución al logro de objetivos de una política sectorial de accesibilidad y conectividad.

También resulta relevante la contribución del Análisis Multicriterio para abordar las dificultades que genera la valoración de beneficios y costos a nivel de Proyecto Sociales, cuando intervienen factores que no necesariamente pueden ser “medibles” o factores de importancia significativa que no pueden ser cuantificables en términos económicos como las consecuencias de política, el impacto ambiental, o los aportes a la descentralización territorial entre otros.

En estos casos surge la necesidad de complementar el análisis costo-beneficio con otras herramientas para poder abarcar un espectro más amplio de factores socio institucional y político, que no pueden ser fácilmente cuantificables en términos de beneficios económicos.

Los dos métodos propuestos permiten esta complementariedad con el análisis costo-beneficio en la evaluación de proyectos de inversión pública. Ambos, parten de la base que el decisor debe establecer la importancia relativa de todos los objetivos a ser articulados en el proceso de evaluación, para luego definir una estructura de preferencias entre las alternativas identificadas a partir de los criterios acordados. El resultado final será siempre un ordenamiento o clasificación de las alternativas, indicando la preferencia general asociada a cada una de ellas, lo que permite identificar la mejor alternativa a recomendar.

Particularmente, la metodología AHP (Analytic Hierarchy Process) es un herramienta particularmente apropiada para abordar la complejidad de determinados Proyecto de inversión pública, ya que la misma se basa en la descomposición de estructuras complejas en componentes o variables principales, ordenando a su vez estos componentes en una estructura jerárquica. Una vez identificada la estructura jerárquica de criterios generales y criterios específicos, el método AHP determina los indicadores numéricos que reflejan los juicios de preferencia del decisor en cada uno de los niveles jerárquicos y, finalmente éstos son sintetizados en un indicador global que permite clasificar todas las variables o proyectos y determinar cuál de ellos tiene la más alta prioridad.

## **1. El Modelo del SCORING o de PUNTUACION**

Este Modelo simple es una variante de los modelos que miden el aporte que realiza un proyecto al logro de determinadas metas y objetivos, incorporando un mecanismo de ponderaciones para cada objetivo.

Al combinar dicho mecanismo de ponderaciones entre objetivos y el scoring o puntuación asignada al proyecto en función de cada objetivo, se determina un puntaje único global para el proyecto, que permite una comparación con otros proyectos alternativos.

Para ello pueden emplearse modelos aditivos, multiplicativos u otras funciones matemáticas.

En general se emplean el modelo aditivo es:  $P = S_j = \sum w_i \cdot r_{ij}$

Donde:

P = puntaje o scoring global del proyecto j

W i = ponderación del objetivo o criterio i

r<sub>ij</sub> = puntuación o scoring del proyecto j frente al objetivo i

Estos modelos presentan la ventaja de permitir la jerarquización de proyectos según su aporte a objetivos preestablecidos.

El método del Scoring es una manera rápida y sencilla para identificar la alternativa preferible en un problema de decisión multicriterio.

Sin embargo, para poder garantizar una comparación entre proyectos alternativos es necesario que los ponderadores y las escalas de puntuación que se apliquen, deben satisfacer la propiedad de una escala proporcional

Las etapas del método son las siguientes:

- (1) Identificar la Meta General del Problema
- (2) Identificar las Alternativas
- (3) Listar los Criterios a emplear en la toma de decisión
- (4) asignar una ponderación para cada uno de los Criterios
- (5) Establecer en cuanto satisface cada Alternativa a nivel de cada uno de los Criterios
- (6) Calcular el Score para cada una de las Alternativas
- (7) Ordenar las Alternativas en función del Score. La Alternativa con el Score más alto representa la Alternativa a recomendar.

A modo de ejemplo para los caminos rurales de bajo tránsito, la aplicación del Método sería de la siguiente forma:

1.- Identificación de la Meta General del Problema: Mejorar la conectividad actual que brinda la ruta rural a la población situada en su alrededor.

2.- Identificar Alternativas:

- a) Alternativa Base: Mantenimiento rutinario y perfilado
- b) Alternativa 1: Rehabilitar el camino realizando Aporte de Material Granular y posterior perfilado y mantenimiento rutinario
- c) Alternativa 2: Reconstruir el camino no pavimentado con un cambio de estándar a camino pavimentado con superficie de Tratamiento Superficial y mantenimiento rutinario.

La elección o prioridad de dichas Alternativas, así como la ponderación del criterio y la puntuación del proyecto frente al objetivo dependerán de los input o datos de entrada compuestos por la Población existente, movimiento vehicular, estado del camino, costo del proyecto o alternativa y potencial actividad socio económica.

### 3.- Criterios a emplear en la toma de decisión:

- a) Mejorar la accesibilidad de los Habitantes de la Población a Centros Educativos o de Salud y lograr que las Ambulancias por ejemplo puedan entrar sin dificultad o algunos de los Servicios que son fundamentales para sus habitantes como ser Abastecimiento de Medicación o Insumos Alimenticios por ejemplos.
- b) Disminución del tiempo de Viaje de los habitantes a lugares de Trabajo, Educativos o Centros de Salud
- c) Costo de las distintas alternativas
- d) Tiempo de ejecución
- e) Impacto Ambiental

### 4.- Asignar una Ponderación a Cada uno de los Criterios:

Los valores de ponderación asignados como se indico anteriormente se estimarán en base a los datos de entrada o input. A modo de ejemplo se indican las distintas ponderaciones para cada criterio.

- a) Para mejora de la accesibilidad la ponderación se puede estimar en el valor máximo es 1 por la vital importancia en el desarrollo de la vida de los habitantes que este Criterio tiene.
- b) Para disminución de tiempo de Viaje de los habitantes la ponderación se estima en 0.7
- c) Costo de la alternativa lo estimamos en 0,90
- d) Tiempo de ejecución 0,60
- e) Impacto ambiental lo estimamos en 0,80

### 5.- Establecer en cuanto satisface cada Alternativa a nivel de cada uno de los Criterios

En la puntuación de cada alternativa valen también que la misma dependerá de los datos de entrada o input.

- a) Alternativa Base: tiene puntuación muy baja para los criterios a y b y muy alta para los criterios c, d y e
- b) La Alternativa 1: Recargo de material granular y perfilado tiene puntuaciones medias para el total de los criterios
- c) La Alternativa 2: Pavimentar el camino satisface los criterios a y b puntuando con valores altos, pero en los criterios c, d y e puntúa con valores bajos

### 6.- Calcular el Score para cada una de las Alternativas

En este punto se calcula el Score de cada alternativa con la formula indicada anteriormente en función de la ponderación de cada criterios y de la puntuación de cada alternativa para satisfacer el criterio, de esa manera obtenemos un ranking de de alternativas ordenadas por prioridades.

### **2.1.8 Tramificación de la Red Rural y definición de atributos para la matriz multicriterio**

Para el caso de la Red Rural se hará una labor de definición de los tramos basándose más en sus características funcionales y de servicio que en sus características físicas, sin perjuicio de lo cual es deseable que los tramos sean homogéneos en:

- Características físicas (tipo y estructura del pavimento)
- Tránsito
- Estado

#### **Características Físicas**

Las características físicas de los tramos están dadas por el ancho de calzada y berma que definen según sus valores la relación capacidad – velocidad y por otro lado el tipo de pavimento dado por su superficie de rodadura.

Para el tipo de relación flujo / velocidad el siguiente criterio:

- Ancho calzada < 4,5 m, corresponde a Carretera de 1 carril único
- Ancho calzada entre 4,5 m y 6,3 m , corresponde a Carretera de 2 carriles angostos
- Ancho calzada entre 6,3m y 7,8m, corresponde a Carretera de 2 carriles estándares

La tramificación según el tipo de firme de cada tramo son las siguientes:

#### **Tipo de superficie**

- Material granular (No pavimentada)
- Tierra (No pavimentada)

#### **Tránsito**

Las categorías de tránsito están en función al rango de tránsito medio diario anual que circula en cada tramo, es así que se plantearon las siguientes categorías:

- Categoría 1 (T1):  $0 < TPDA \leq 150$
- Categoría 2 (T2):  $150 < TPDA \leq 400$

## **Estado Superficial (Confort)**

El estado de las carreteras de la red comunal o rural se define mediante un indicador que refleja el confort de la misma y de determina mediante el índice de rugosidad.

Para la rugosidad se adoptó la siguiente clasificación para carreteras no pavimentadas:

- estado muy bueno: 0 <rugosidad<=4.0 IRI
- estado bueno: 4.0 <rugosidad<= 6.0 IRI
- estado regular: 6.0 <rugosidad<= 8.0 IRI
- estado malo: 8.0 <rugosidad<= 10 IRI
- estado muy malo: rugosidad >10 IRI.

El conocimiento de la totalidad de los tramos permitirá identificar que atributos socio económicos es factible levantar en campo y esto permitirá definir de modo preciso la matriz multicriterio que se utilizará para dar prioridad a las intervenciones en los diferentes tramos de la Red Rural o Comunal.

La aplicación del modelo y la definición de la matriz multicriterio para el caso de la Red Comunal con una superficie de rodadura de material granular y tierra sería de la siguiente forma:

1.- Identificación de la Meta General del Problema: Mejorar la conectividad actual que brinda la ruta comunal a la población situada en su alrededor.

2.- Identificar Alternativas:

- a) Alternativa Base: Mantenimiento rutinario y perfilado
- b) Alternativa 1: Realizar Aporte de Material Granular cada 5 años y anualmente perfilado (cada 6 meses) y mantenimiento rutinario
- c) Alternativa 2: Pavimentación del camino por medio de un Tratamiento Superficial con Base Cementada o granular.

La selección y prioridad de estas Alternativas dependerán de la Población y actividad económica potencial que tenga en estos lugares y del movimiento vehicular (características, peso, ejes) que tenga en el lugar. Esos datos se relevarán en campo y en distintos estudios, en caso contrario el consultor lo estimará de acuerdo a lo que se observe en sitio.

3.- Listar los Criterios a emplear en la toma de decisión:

a) Mejorar la accesibilidad de los Habitantes de la Población a Centros Educativos o de Salud y lograr que las Ambulancias por ejemplo puedan entrar sin dificultad o algunos de los Servicios que son fundamentales para sus habitantes como ser Abastecimiento de Medicación o Insumos Alimenticios por ejemplos.

b) Disminución del tiempo de Viaje de los habitantes a lugares de Trabajo, Educativos o Centros de Salud

c) Costo de las distintas alternativas

d) Tiempo de ejecución

e) Impacto Ambiental

#### 4.- Asignar una Ponderación a Cada uno de los Criterios:

Los valores de ponderación asignados como se indico anteriormente se estimarán en base a los datos de entrada o input. A modo de ejemplo se indican las distintas ponderaciones para cada criterio.

a) Para mejora de la accesibilidad la ponderación podría estimarse en un valor máximo igual a 1 a modo de ejemplo debido a la vital importancia en el desarrollo de la vida de los habitantes que este Criterio tiene (el valor de la ponderación dependerá del dato de las actividades que desarrollan los habitantes de la población, también de los vehículos que entran y salen de la población por el camino comunal a la ruta departamental o nacional)

b) Para disminución de tiempo de Viaje de los habitantes la ponderación se estima en un valor de 0.7 a modo de ejemplo tiene (el valor de la ponderación dependerá del dato de las actividades que desarrollan los habitantes de la población, también de los vehículos que entran y salen de la población por el camino comunal a la ruta departamental o nacional)

c) Costo de la alternativa lo estimamos en 0,90

d) Tiempo de ejecución 0,60

e) Impacto ambiental lo estimamos en 0,80

#### 5.- Establecer en cuanto satisface cada Alternativa a nivel de cada uno de los Criterios

En la puntuación de cada alternativa valen también que la misma dependerá de los datos de entrada o input.

a) La Alternativa Base: consistente en mantenimiento rutinario y perfilados (2 por años) satisface valores bajos para los criterios a y b con valores estimados de 0.2 y valores altos en los criterios c, d y e con valor de 1 a modo de ejemplo

b) La Alternativa 1: consistente en ejecutar un Recargo de material granular cada 5 años y Perfilado cada 6 meses satisface en un valor de 0.8 a modo de ejemplo la mejora de la accesibilidad porque hay que considerar los días de lluvia que hacen difícil el tránsito en caminos de material granular o tierra

La misma observación vale en el caso de la Disminución del tiempo de viaje estimando un valor de 0.6. Para los criterios c, d y e estimaremos valores medios de 0.6

c) La Alternativa 2: consistente en una pavimentación la Ruta satisface en un valor igual 1 a modo de ejemplo la mejora de la accesibilidad y la Disminución de tiempo de viaje, mientras que para los criterios c, d y e tomaremos valores bajos de 0.3.

6.- En este punto se calcula el Score de cada alternativa con la formula indicada anteriormente en función de la ponderación de cada criterios y de la puntuación de cada alternativa para satisfacer el criterio, de esa manera obtenemos un ranking de de alternativas ordenadas por prioridad

Con la valoración realizada como ejemplo que se estudiará para cada tramo de la red comunal o rural según los datos que se obtengan del video inventario y otros estudios

respecto al tránsito, población y actividad económica se Calcula el Score para cada una de las Alternativas

Para el caso estudio realizado en el que suponemos un tránsito, una producción y una población de valores medios tenemos:

$$S_1 = \text{Alternativa base} = \sum \text{ponderación } w_i * \text{puntuación } r_j$$

$W_a = 1$  para mejora de la accesibilidad

$W_b = 0.7$  para disminución de tiempo de viaje

$W_c = 0.90$  para Costo de la alternativa

$W_d = 0.60$  para Tiempo de ejecución

$W_e = 0.80$  para Impacto ambiental

$R_a = 0.2$  para mejora de la accesibilidad

$R_b = 0.2$  para disminución de tiempo de viaje

$R_c = 1$  para Costo de la alternativa

$R_d = 1$  para Tiempo de ejecución

$R_e = 1$  para Impacto ambiental

**Por lo tanto para la alternativa base el Score sería:**

$$S = 1*0.2 + 0.7*0.2 + 0.90*1 + 0.60*1 + 0.8*1 = 2.64$$

Del mismo modo se calcula el Scoring para la Alternativa 1 de ejecución de aporte de material granular y perfilado y la alternativa 2 de ejecutar la Pavimentación del camino, tomando la alternativa con mayor Scoring para cada tramos de la red comunal, obteniendo de esta manera el tipo y monto de la intervención que componen el plan de inversiones de la Red Comunal.

**Alternativa 1 el Score sería:**

$$S = 1*0.8 + 0.7*0.6 + 0.9*0.60 + 0.60*0.60 + 0.8* 0.6 = 2.69$$

**Alternativa 2 el Score sería:**

$$S = 1*1 + 0.7*1 + 0.9*0.30 + 0.60*0.30 + 0.8* 0.3 = 2.39$$

En este caso estudio con los valores asignados a la ponderación de cada criterio que es variable según los datos de input de cada tramo el ranking de prioridades según el score sería:

1. **Alternativa 1 – Score =2.69**
2. **Alternativa Base – Score = 2.64**
3. **Alternativa 2 – Score =2.39**