



*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires*



UTN.BA  
ESCUELA DE  
POSGRADO

**TRABAJO FINAL INTEGRADOR  
ESPECIALIZACIÓN EN TRANSPORTE**

**Plan de mejora, mantenimiento y conservación de  
caminos rurales en el Municipio de Venado Tuerto**

**Alumno/a: María Yesica ARÁN**

**Director/a de la Carrera: Ing. Eduardo DONNET**

**CABA, (27/06/2022)**

## Índice

Plan de mejora, mantenimiento y conservación de caminos rurales en el Municipio de Venado Tuerto .....	0
<b>Índice Figuras .....</b>	<b>4</b>
<b>Índice de Tablas.....</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 1. La infraestructura urbana y rural .....</b>	<b>9</b>
1.1. La infraestructura .....	9
1.2. La importancia de la infraestructura en el contexto territorial.....	10
1.3. Plan Director de Infraestructura Urbana y Rural.....	11
<b>Capítulo 2. Plan Maestro Integral para la rehabilitación, mantenimiento y conservación de los caminos rurales en el Municipio de Venado Tuerto .....</b>	<b>12</b>
2.1. Marco general.....	12
2.1.1 Los beneficios esperados del Plan .....	12
2.1.2 El área de estudio del plan .....	13
2.2 Análisis institucional.....	16
2.3 Análisis situacional .....	17
2.4 Metodología de implementación de un Plan Maestro. ....	17
2.4.1 Metodología .....	18
2.4.2 Las etapas de implementación de un Plan Maestro de Inversiones y Conservación de la red vial .....	18
2.4.3 Nuevos enfoques para la formulación un Plan Maestro de Inversiones y Conservación de la red Vial.....	20
2.5 Visión general de la red vial del distrito. Principales dificultades para su conservación.....	21
2.6 Inserción del Plan Maestro.....	22
2.6.1 Características generales del Distrito de Venado Tuerto .....	24
2.6.1. Análisis general de la red vial rural.....	26
2.6.2. Modelo de gestión actual en el distrito de Venado Tuerto .....	27
2.6.3. Propuesta de modelo de gestión.....	28
2.6.4. Definición de los criterios técnicos de decisión.....	30
2.6.5. Rol de la Inspección .....	31
2.6.6. Propuestas de acción.....	33
<b>Capítulo 3. Proyecto: Camino Principal CM01-Z4 – Zona 4 – COCOSOR Venado Tuerto .....</b>	<b>34</b>
3.1 Introducción .....	34
3.2 Análisis general de la zona .....	34
3.3 La importancia de un proyecto como modelo a realizar .....	36
3.4 Área de estudio .....	38

3.4.1	Descripción del Distrito Venado Tuerto .....	38
3.4.2	Descripción de la zona del camino en estudio.....	44
3.4.3	Inventario de la Red Vial de la Zona 4 del Cocosor.....	45
3.5	Dinámica hídrica superficial .....	48
3.5.1	Introducción .....	48
3.5.2	Evento Climatológico Extremo .....	49
3.5.3	La Hidrología de la Zona 4 del CoCoSOR - Microcuencas .....	51
3.6	El puente Mimiza (sobre camino en estudio CM01-Z4).....	70
3.6.1	Descripción de la obra de arte.....	70
3.6.2	Otras Obras hidráulicas de la Zona .....	72
3.7	Traza y características del camino.....	74
3.7.1	Rutas existentes y caminos terciarios Zona IV – CoCoSOR.....	74
3.7.2	Camino CM01-Z4 - Zona IV – CoCoSOR (Bajada Km 353 RN8) .....	76
3.7.3	Conclusión .....	96
3.8	La solución estructural adoptada – Método de afirmado granular .....	96
3.8.1	Camino no pavimentados .....	96
3.8.2	Afirmado de materiales pétreos.....	98
3.8.3	Cálculo del espesor del camino en estudio .....	100
3.9	Estabilizado granular con cal (Afirmado) .....	116
3.9.1	La dosificación de la mezcla.....	117
3.9.2	Cálculo de materiales .....	119
<b>Capítulo 4. Etapas constructivas de mejora del camino .....</b>		<b>121</b>
4.1	Etapa 1 - Proceso constructivo del perfil transversal del camino del camino .....	122
1.1.1.	Limpieza, desbosque y destronque del perfil longitudinal del camino .....	122
<b>Capítulo 5 Especificaciones Técnicas .....</b>		<b>124</b>
<b>Capítulo 6 Cuantificación de la Obra .....</b>		<b>126</b>
<b>Capítulo 7 Costos .....</b>		<b>128</b>
7.1	Presupuesto. ....	128
7.2	Estructuración de un presupuesto.....	130
7.3	Conceptualización de un ítem de obra .....	130
7.4	Precio unitario.....	131
7.4.1	El costo Directo.....	132
7.5	Presupuesto de Obra.....	133
<b>Capítulo 8 Conservación y mantenimiento de caminos rurales .....</b>		<b>134</b>
8.1	Introducción .....	134

8.2Mantenimiento de los caminos en la zona de proyecto.....	138
8.2.1 Mantenimiento de Caminos de Calzada Natural.....	138
8.2.2 El Plan de Mantenimiento de Caminos de Calzada Natural .....	138
8.2.3 Mantenimiento de Caminos de afirmado.....	144
<b>Capítulo 10 Conclusión .....</b>	<b>147</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>152</b>



## Índice Figuras

<i>Figura 9 - Ubicación de Venado Tuerto .....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 10 - Ubicación del Distrito de Venado Tuerto.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 11 - Hidrología del Distrito de Venado Tuerto.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 12 – Localización Geográfica Nodo 5 – Región Venado Tuerto.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 13 – Cosechas de Maiz y Soja.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 14 – Imágenes de Rutas Nacionales 8 y 33 .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 15 – Distrito Venado Tuerto sobre imagen cartográfica.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 16 – Distrito Venado Tuerto sobre imagen satelital.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 17 – Imagen aérea de la Ciudad de Venado Tuerto .....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 18 – Imagen aérea de las Plantas Nidera y Dow Agro Ciudad de Venado Tuerto .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 19 – Zona 4 Cocosor .....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 20 - Registros Pluviométricos de la zona de Venado Tuerto – Estación Meteorológica Aeródromo Tomas B. Kenny.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 21 – Evolución de superficies inundadas con respecto a la lluvia caída anual. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 22 – Evolución de superficies inundadas con respecto a la observación de las imágenes satelitales observadas. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 48 – Cuencas de Aporte a la Laguna de Mimiza – Zona 4 CoCoSOR .....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 49 - Cuencas en detalle de la Zona 4 del CoCoSOR.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 50 – Cuenca La Victoria – Superficies anegadas y encharcadas - Zona 4 CoCoSOR – 11 de noviembre de 2001.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 51 – Cuenca La Victoria – Superficies anegadas y encharcadas - Zona 4 CoCoSOR – 08 de abril de 2015 .....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 52 – Cuenca La Victoria – Superficies anegadas y encharcadas - Zona 4 CoCoSOR – 30 de agosto de 2015.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 53 – Cuenca La Victoria – Superficies anegadas y encharcadas - Zona 4 CoCoSOR – 16 de abril de 2016 .....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 54 - Mascara de agua sobre las lagunas La Victoria, Chapalco y Agataura .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 55 – Mapa de Recurrencia en Superficie Zona de Venado Tuerto.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 56 – Camino de Agataura – Julio 2017.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 57 – Puente de Mimiza – agosto 2017 .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 58 – Zona de confluencia de canales principales a la entrada de zona 4 del CoCoSOR .....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 59 – Zona de Regulación del canal Maggiolo.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 60 – Zona de Regulación de la laguna San Eduardo.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 61 – Zona de Regulación del Canal San Eduardo.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 62 – Zona de Regulación del Canal Maggiolo al Sur de la RN33 .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 63 – Zona de Regulación del Canal Sudoeste entre las lagunas La Victoria y Agataura al este de la RP7S.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 64 - Canal Sudoeste – (Sistemas Maggiolo Oeste – San Eduardo – El Basural – La Victoria y Agataura) – Tramo Camino Agataura – Camino CM01-Z4. 1. Puente Agataura – 2. Puente Mimiza .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 65 – Foto aérea Puente de Agataura .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 66 – Zona de Regulación del Canal Sudoeste a la altura de las vías del FFCC paralela a la RP14.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 67 – Puente Mimiza – Camino 01Z4 - CoCoSOR.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 68 – Imagen Satelital Puente Mimiza – Camino CM01-Z4 – CoCoSOR.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 69 – Alcantarillas proyectadas sobre canal sudoeste – Tramo Laguna La Victoria - Agataura .....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 79 – Ubicación de las Rutas Provinciales en la Zona 4 del CoCoSOR.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 80 - Escuela C.R.E. 81 Mariano Moreno ubicada sobre la margen del camino subsidiario conocido como “De la Balanza”. .....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 81 – Balanza Publica ubicada sobre el camino Z4-51.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 82 – Ubicación del Camino CM01-Z4 en la Zona 4 del CoCoSOR.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 83 – Estado actual Tramo I del Camino 01Z4.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 84 – Estado actual Tramo II del Camino CM01-Z4 .....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 85 – Estado actual Tramo III del Camino CM01-Z4 .....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 86 – Toma de Muestras en la zona del camino .....</i>	<i>83</i>

Figura 87 – Muestras de suelos en estufa de laboratorio de suelos de UTN-FRVT.....	84
Figura 88 – Ejemplo del Perfil transversal actual del Camino .....	93
Figura 89 – Ejemplo de caminos intransitables por falta de perfil transversal .....	93
Figura 90 – Ejemplo fotográfico del Perfil transversal actual del Camino CM01-Z4 .....	93
Figura 91 – Ejemplo ideal del perfil transversal del camino .....	94
Figura 92 – Ejemplo del perfil transversal deseable del camino.....	94
Figura 93 – Esquema de conformación de cunetas y terraplén.....	95
Figura 94 – Ejemplo de estabilizado o afirmado granular.....	99
Figura 95 – Dimensiones principales del semirremolque analizado.....	100
Figura 96 – Etapas secuenciales de trabajos a ejecutar para la mejora del camino.....	121
Figura 97 – Limpieza, desbosque y destronque del perfil longitudinal del camino .....	123
Figura 140 – Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”.....	137
Figura 141 – Diagrama del ciclo de vida “fatal” del camino. ....	137
Figura 142 – Diagrama del ciclo de vida “deseable” .....	138
Figura 143 – Grafico de distribución anual de km de Conservación Rutinaria y Mejorativa calzadas naturales de la Zona 4 – CoCoSOR .....	139
Figura 144 – Perfilado o abovedamiento de la red (sin extracción Lateral) y borrado de huellas .....	140
Figura 145 – Perfilado o abovedamiento de la red con extracción lateral.....	141
Figura 146 – Ilustra la falta de alcantarillas y altura del terraplén.....	142

## Índice de Tablas

Tabla 1 – Superficies de las Zonas de Operación del CoCoSOR.....	14
Tabla 2 – Superficies de las Zonas de Operación del CoCoSOR a modificar .....	15
Tabla 3 – Densidad de Caminos en Zonas del CoCoSOR.....	16
Tabla 4 – Densidad de los caminos en Zona 4.....	47
Tabla 5 – Inventario de la Red Vial de la Zona 4 - CoCoSOR.....	46
Tabla 6 – Promedios de Lluvias anuales - periodos más lluviosos.....	49
Tabla 12 - Superficies de Cuencas de Avenamiento a la Laguna La Diosa (oeste) – Zona 4 CoCoSOR .....	52
Tabla 13 - Resumen de Superficies anegadas por fecha en laguna La Victoria – Zona 4 CoCoSOR .....	57
Tabla 14 - Resumen de obras proyecto Evarsa – Descripción de Obras a Ejecutar .....	72
Tabla 15 - Distribución de cargas por eje en toneladas de acuerdo al tipo de vehículo.....	81
Tabla 16 - Caracterización de Suelos por tramos - Camino 01Z4 .....	84
Tabla 17 - Índice de Grupo y su relación con la subrasante - Camino 01Z4 .....	85
Tabla 18 - Caracterización Proctor de Suelos por tramos - Camino CM01-Z4.....	85
Tabla 19 - Clasificación de subrasante según CBR - Camino CM01-Z4.....	86
Tabla 20 - Caracterización CBR del Suelo por tramos - Camino CM01-Z4.....	86
Tabla 21 - Alcantarillas Transversales Camino CM01-Z4 .....	88
Tabla 22 - Alcantarillas Longitudinales Camino CM-01Z4.....	90
Tabla 23 - Tipos de caminos con Transito media diario anual (IMDA) < a 300 vehículos.....	98
Tabla 24 - Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn, en el carril de diseño para caminos no pavimentados.....	104
Tabla 25 - Cuadro 2.8: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño .....	106
Tabla 26 - Cuadro 2.9: Factores de crecimiento acumulado (Fca) para el cálculo de numero de repeticiones de EE	107
Tabla 27 - Calculo de TPDA en un periodo de 10 años .....	108
Tabla 28 – Configuración de ejes de Vehículos en la República Argentina.....	109

<i>Tabla 29 – Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE), para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 30 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión 2R3 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 31 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión 2S2 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 32 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión 2 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 33 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo maquina agrícola tipo cosechadora – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido. ....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 34 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo liviano tipo camioneta – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 35 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo liviano tipo automóvil – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 36 – Cálculo de EE día carril.....</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 37 – Dimensiones del afirmado del camino.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 38 – Estimación de materiales a colocar en el afirmado.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 47 – Cómputos de obras a ejecutar.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 55 – Plan de Conservación Rutinaria y Mejorativa calzadas naturales de la Zona 4 - CoCoSOR.....</i>	<i>139</i>

## INTRODUCCIÓN

Habiéndose realizado un relevamiento sobre los caminos rurales de la zona concerniente al municipio de Venado Tuerto, provincia de Santa Fe, zona central de la República Argentina, y se ha llegado a la conclusión de que el deterioro de los caminos rurales requiere de un plan de mejoras para la rehabilitación, mantenimiento y conservación de un sistema de caminos rurales.

Este proyecto busca proporcionar una metodología para la elaboración de dicho plan económica y financieramente sustentable, que tome en cuenta soluciones técnicas y económicas, relacionando el mal estado de los caminos con las consecuencias para los productores locales, no solo en términos cualitativos sino también en cuanto a la pérdida de sus beneficios, aplicable a nivel nacional o regional.

Este estudio se desarrollará en una zona, de las cuatro, en la que se divide Venado Tuerto. La superficie elegida tiene una extensión similar a las restantes, distinguiéndose de las demás por poseer varias variables a explorar, representativa de cualquier otra extensión, para luego replicar en las otras zonas. Entre estas variables podemos nombrar, por ejemplo, la dinámica hídrica superficial, la producción por hectárea, el porcentaje tributario, la accesibilidad a las vías de comunicaciones principales, etc.

### Objetivo general:

- Elaborar un plan de mejoras en la red de caminos rurales de áreas con potencial productivo, rehabilitando las conexiones que vinculan dichas unidades con la red vial nacional, en la ciudad de Venado Tuerto, Partido General López, Santa Fe, a los efectos de incrementar las utilidades agrícola-ganaderas.

### Objetivos específicos:

- Efectuar diagnóstico de la situación de los caminos rurales en el área de influencia del proyecto.
- Identificar las zonas y ubicarlas en un GIS
- Identificar la red vial principal.
- Analizar 10km de un camino de la zona
- Elaborar propuesta de mantenimiento de los caminos, en base a lo estudiado en el camino propuesto.

## **Metodología**

Para la realización de este proyecto de investigación se realizarán las siguientes actividades:

En primer término, se realizará un estudio de campo mediante la observación y exploración de la zona elegida para este trabajo.

Luego se combinarán técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa, haciendo el relevamiento de datos correspondiente, mediante entrevistas a la Población Rural.

También deberán efectuarse entrevistas, en profundidad, a entes involucrados en el sistema de Infraestructura, (Municipio, Sociedad Rural, Entes Agrarias, Vialidad Provincial, Hidráulica Provincial, etc.)

Se llevará a cabo un análisis sobre el sistema de Producción Actual en la Zona de Influencia del Proyecto. Este análisis deberá obtener los datos de productividad, sus costos, su rentabilidad para así poder evaluar potenciales pérdidas en caso de anegamiento de las vías de comunicación.

En lo referente a la caracterización de los suelos, deberán hacerse los ensayos correspondientes para determinar su calidad y estudiar la topografía del municipio.

De igual manera en la parte hídrica se realizará un análisis de la situación hidrológica y del uso de suelo.

Alcanzada esta instancia, se confeccionará un inventario del drenaje del sector seleccionado.

En lo que respecta al tránsito se ejecutará un estudio de demanda Vehicular Futura sobre la vía principal.

Una vez obtenida toda la información necesaria se elaborará el Plan de mejora y mantenimiento de caminos rurales.

## Capítulo 1. La infraestructura urbana y rural

---

### 1.1. La infraestructura

La **infraestructura** es el conjunto de obras que constituyen los soportes del funcionamiento de las ciudades y que hacen posible el uso del suelo urbano: accesibilidad, saneamiento, encauzamiento, distribución de aguas y energía, comunicaciones, etcétera. Esto es, el conjunto de redes básicas de conducción y distribución: vialidad, agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, gas y teléfono, entre otras, que hacen viable la movilidad de personas, abasto y carga en general, la dotación de fluidos básicos, la conducción de gas y la evacuación de los desechos urbanos.

La infraestructura urbana se conoce, en ocasiones, como Obra Pública, ya que era el estado quien preservaba y edificaba dichas obras puesto que la calidad de las mismas es costosa y al final son de utilidad pública, aunque en ocasiones son de tal impacto ambiental que pueden poner en riesgo la salud de los habitantes.

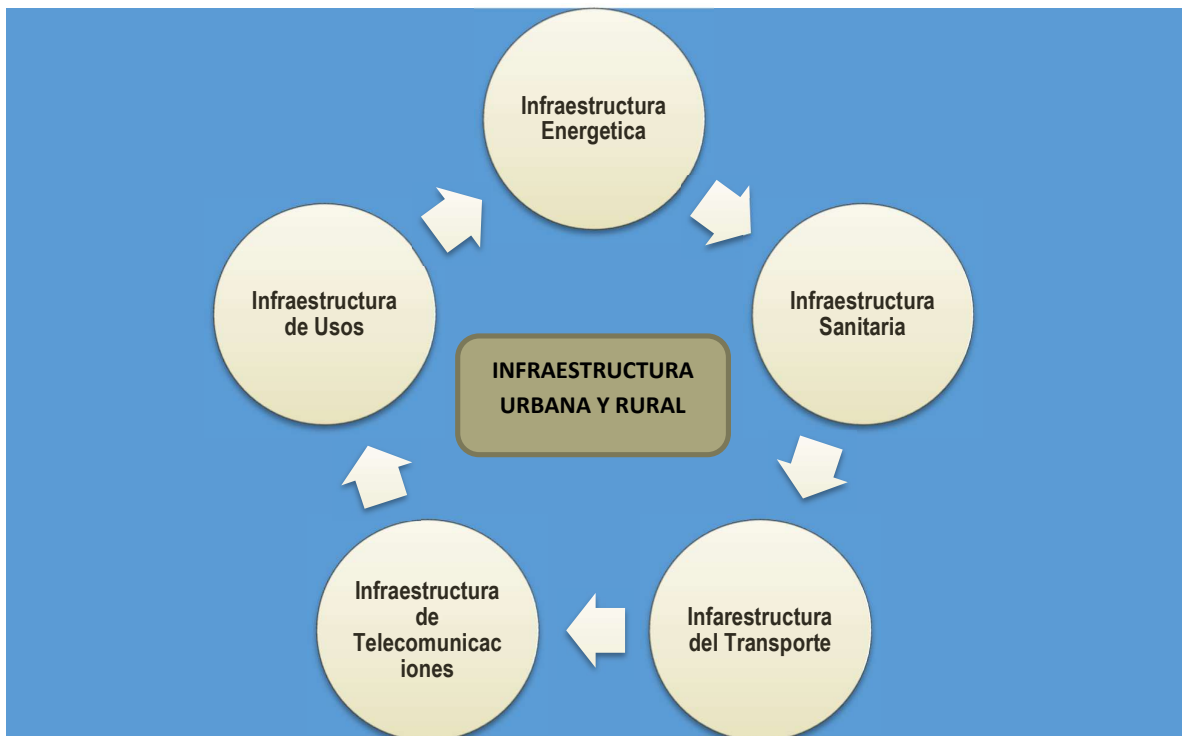


Figura 1 – Infraestructuras Urbanas y Rurales

Infraestructura proviene de la palabra debajo, por lo que uno de sus significados tiende a ser: Parte de una construcción que está bajo el nivel del suelo. En otras ocasiones son elementos o servicios que se perfilan necesarios para la creación y funcionamiento de una organización.

Una infraestructura Urbana es un diseño regido por Ingenieros Civiles, Arquitectos u otros profesionales del área, dichas infraestructuras inspiran otras actividades.

Las infraestructuras urbanas y rurales se encuentran detalladas en la siguiente figura:

**Infraestructuras energéticas:** Redes de combustibles. Redes de electricidad. Otras fuentes de energía, ejemplo, presas. **Infraestructuras sanitarias:** Redes de agua potable, Redes de desagüe Cloacal, Redes de desagüe Pluvial. Redes de reciclaje. **Infraestructuras de Telecomunicaciones:** Celdas de Telefonía Celular, Centralitas, Fibra óptica. Redes de telefonía fija. Redes de televisión de señal cerrada. Repetidoras. **Infraestructuras de Transporte:** Aéreo. Marítimo. Terrestre. Las **infraestructuras de Usos:** Comercio, Educación, Industria Recreación, Salud, Vivienda

## **1.2. La importancia de la infraestructura en el contexto territorial**

El conjunto de las obras que denominamos infraestructuras constituye uno de los componentes principales del territorio. Con su introducción y desarrollo el medio en el que se asientan las poblaciones va transformándose en escenario ordenado de las actividades humanas, y muy especialmente de la producción e intercambio de bienes y servicios. Las redes de comunicaciones y los sistemas de abastecimiento de agua y energía, aunque respondan inicialmente a necesidades funcionales, al mero mantenimiento y reproducción de lo existente, se convierten pronto en instrumentos de transformación cualitativa, en factores estratégicos del desarrollo de la sociedad. Es decir, además de dar soporte a sus actividades, son componentes activos de la evolución del territorio. Las infraestructuras, gracias a su poder de organización del espacio y de canalización de los flujos económicos y de información, no sólo realizan las capacidades potenciales del territorio, sino que, al hacerlo, amplían y enriquecen cualitativamente esas capacidades. Las dimensiones reales de los mercados y las condiciones de conectividad interna de los mismos, el aprovechamiento de la complementariedad de espacios económicos distintos, la consolidación de éstos como ámbitos singulares con capacidad para ser objeto de estrategias de desarrollo específicas, las determinan, en gran medida, las infraestructuras.

La incidencia de las políticas de infraestructuras en el territorio cobra especial importancia considerada en relación a objetivos como los de cohesión y equilibrio entre los distintos ámbitos subregionales, sostenibilidad de la relación entre las actividades humanas y el medio ambiente, organización del sistema de ciudades, ordenación de las áreas metropolitanas, o el aprovechamiento óptimo de las inversiones públicas. Tal diversidad de aspectos, junto a los tiempos necesarios para la concepción y ejecución de estas actuaciones, y a la distribución de su titularidad entre distintas administraciones, obligan a someter las políticas de infraestructura a la concertación y a la planificación integral. Es decir, hacen necesarios la consideración y el tratamiento conjuntos de los sistemas —comunicaciones, telecomunicaciones, agua y

energía— referidos a los objetivos territoriales y al marco económico y financiero que justifican y hacen viable la propuesta.

### **1.3. Plan Director de Infraestructura Urbana y Rural**

La formulación de un **Plan Director de Infraestructuras del área urbana y rural (PDI)**, de la ciudad de Venado Tuerto se hace imprescindible para atender estas cuestiones, con el fin de coordinar las políticas sectoriales en materias de agua, comunicaciones y transporte, telecomunicaciones, usos y energía.

Un PDI debiera contemplar los distintos sistemas de infraestructuras en su totalidad, incluyendo los elementos de titularidad del Municipio pero también los de titularidad de la Administración Nacional y Provincial; y en la definición de sus contenidos se debe procurar no sólo la compatibilidad sino la complementariedad funcional con otras propuestas de jerarquía superior si las hubiera.

El Plan Director de Infraestructuras debe transformarse en un instrumento estratégico al servicio del proyecto social, económico y territorial de Venado Tuerto. El esfuerzo inversor y humano necesario para la construcción de las numerosas obras que incluye se ordena al objeto de impulsar y cualificar un desarrollo económico que ha de ser equilibrado, solidario y sostenible. Por eso, el Plan Director de Infraestructuras debe ajustarse a las orientaciones de las Bases y Estrategias del Plan de Desarrollo Territorial de la Ciudad, Plan aprobado según la Ordenanza N° 3785/09.

El Plan debe ser concebido como instrumento para la concertación de las distintas políticas sectoriales y para la coordinación entre las administraciones y departamentos responsables de las mismas; también, para que sus propuestas puedan ser mejoradas y ajustadas a la evolución de las demandas y de la disponibilidad de los recursos.

Como todo plan deberá contar con una Comisión de Seguimiento y Coordinación que será el órgano encargado de su aplicación y de la evaluación periódica de su ejecución, y deberá contar, como en el proceso de redacción de este, con la participación de los agentes económicos y sociales, además de la de los distintos departamentos de la administración concernidos.

Todos los trabajos de desarrollo del Plan servirán, para construir la base de datos de las infraestructuras y el territorio de Venado Tuerto, e impulsar la política de Investigación y Desarrollo aplicado a las obras públicas, y contribuir, así, al mejor conocimiento de nuestra región por todos los venadenses.

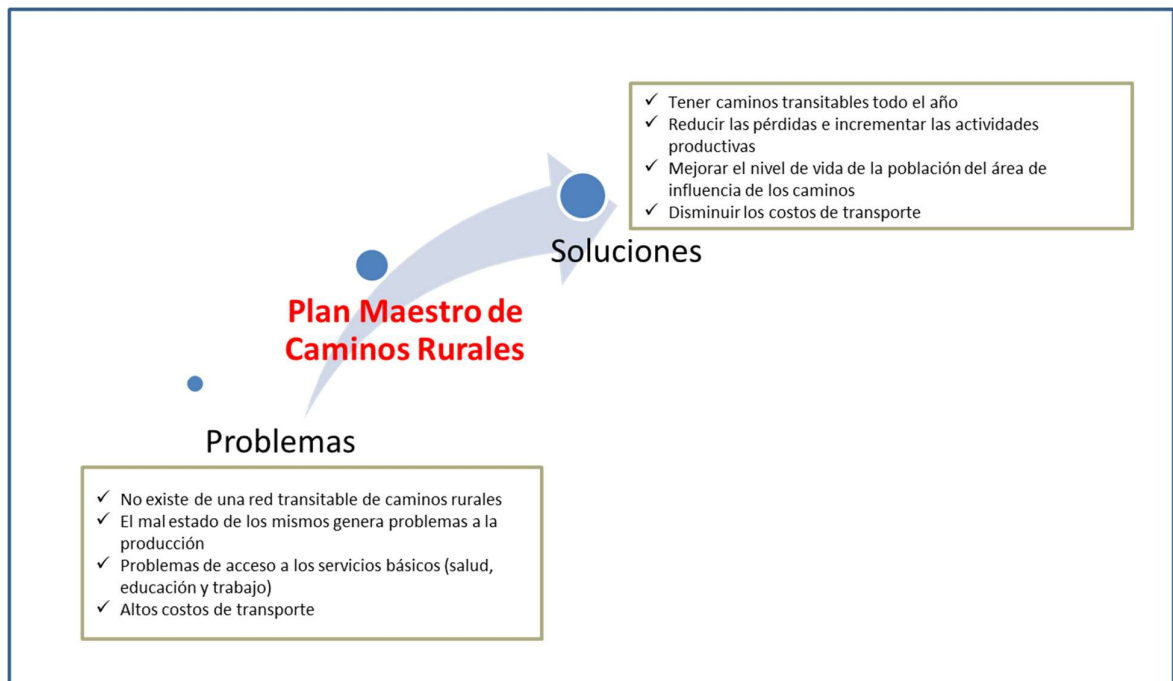


## **Capítulo 2. Plan Maestro Integral para la rehabilitación, mantenimiento y conservación de los caminos rurales en el Municipio de Venado Tuerto**

### **2.1. Marco general**

En virtud de lo expuesto la red de los caminos rurales es una de las infraestructuras básicas de la ciudad y su territorio y su gestión debiera ser llevada adelante mediante un Plan Maestro integral para su rehabilitación, mantenimiento y conservación.

El presente capítulo tiene por objetivo principal proporcionar una metodología para la elaboración de un Plan Estratégico integral para la rehabilitación, mantenimiento y conservación de un sistema de caminos rurales, económica y financieramente sustentable, que tome en cuenta soluciones técnicas y económicas, relacionando el mal estado de los caminos y las consecuencias para los productores locales, no solo en términos cualitativos sino también con relación a la pérdida de sus beneficios, aplicable a nivel nacional o regional.



**Figura 2 – Matriz de Problemas y soluciones en Infraestructura de Caminos Rurales**

#### **2.1.1 Los beneficios esperados del Plan**

Los beneficios esperados de un plan como el enunciado sobre la población rural son los siguientes:

- ✓ Incrementar los ingresos de la población rural

- ✓ Mejorar las condiciones de vida de los pobladores rurales, a través de un mejor acceso a la salud, educación, vivienda y la tecnología.
- ✓ Facilitar el desarrollo de una estructura de turismo rural.
- ✓ Evitar la migración hacia zonas urbanas y radicar nueva población en áreas rurales despobladas
- ✓ Revalorizar el valor de la tierra.
- ✓ Reducir los costos de transporte y de los insumos de las actividades productivas.
- ✓ Permitir el tránsito de los caminos rurales durante todo el año.
- ✓ Disminuir el tiempo de viaje hasta los mercados y servicios sociales.
- ✓ Recomendar el uso de los impuestos inmobiliarios rurales para la creación de infraestructuras rurales.

### 2.1.2 El área de estudio del plan

El área de estudio debiera comprender las cuatro zonas de administración de caminos rurales del Distrito Venado Tuerto, descritas en la Ordenanza N° 4643/15 (ver Anexo I). Las cuales poseen las siguientes superficies:

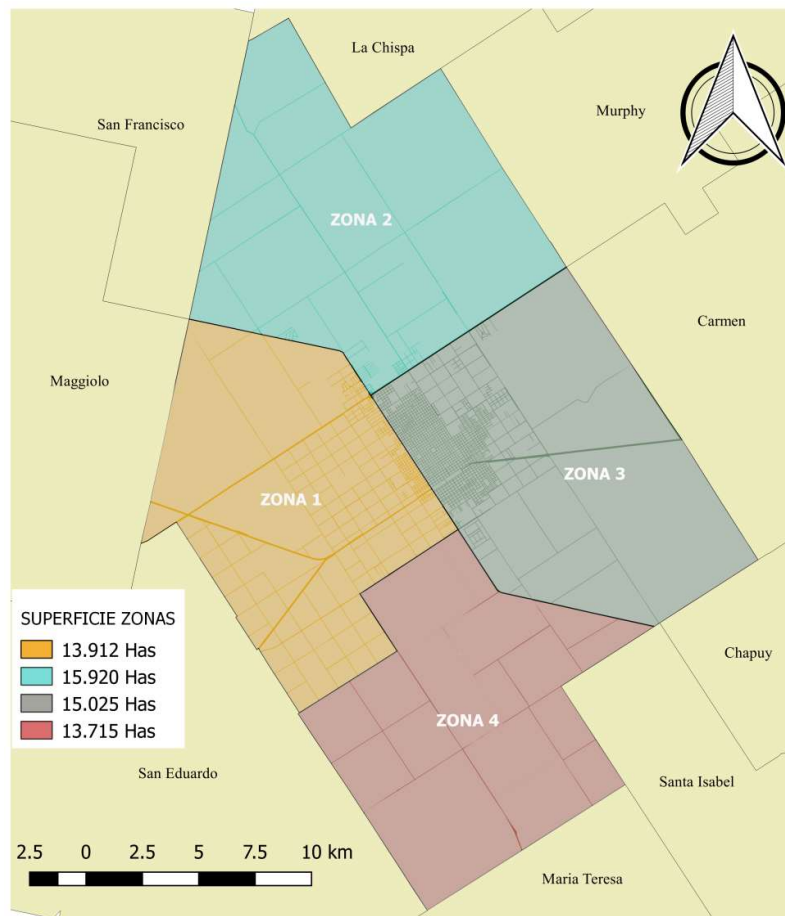


Figura 3 - Zonas de Operación del Cocosor

<b>Superficies de Zonas de Operación del Cocosor</b>		
<b>Zonas</b>	<b>Superficie (has)</b>	<b>Porcentaje de Ocupación (%)</b>
Zona 1	13.912,00	23,75%
Zona 2	15.920,00	27,18%
Zona 3	15.025,00	25,65%
Zona 4	13.715,00	23,42%
<b>Total</b>	<b>58.572,00</b>	<b>100,00 %</b>

**Tabla 1 – Superficies de las Zonas de Operación del Cocosor**

A prima facie podemos realizar dos observaciones a distribución territorial dada por la ordenanza de regulación:

- a) En una primera observación de la **Figura** , puede determinarse que las zonas de operación de mantenimiento de caminos rurales actuales tienen incluida la zona urbana y suburbana de la ciudad con lo cual una de las primeras modificaciones a realizar sería excluir de las zonas de operación esta porción territorial u otras ubicadas en el área rural (como el barrio La Cheltonia, Cumelen, o el Parque Industrial), con el fin de no desvirtuar el análisis general de mantenimiento de caminos rurales, estas zonas deberían concordar con la base de datos catastrales impositivos de la Tasa de Red Vial, en una primera aproximación, las zonas podrían quedar según el detalle de la **Figura 4**, pero debería realizarse un análisis más profundo.
- b) Una segunda observación a la distribución superficial de la zona podría realizarse sobre la base que la misma no tiene en cuenta la densidad de caminos a mantener, habida cuenta que la base imponible de cobro de la tasa de red vial es sobre la base de hectáreas de la zona de operación por ende lo más justo sería que hubiese un correlato entre la superficie de cada una de las zonas de operación (base imponible para el cobro de la tasa de la red vial) y la longitud de caminos a mantener.



Zona	Superficie <sup>1</sup> (has)	Longitud de caminos comunales <sup>2</sup> (km)	Densidad de caminos comunales (km/has)
1	12.577,00		
2	15.451,00		
3	11.115,00		
4	13.715,00	118,41	0,009
Zona urbana/suburbana	5714,00		
<b>Total</b>	<b>58.572,00</b>		

Tabla 3 – Densidad de Caminos en Zonas del CoCoSOR

## 2.2 Análisis institucional

Por otra parte, según Ordenanza N° 4643/15 (ver Anexo I), se crea en el ámbito de la Municipalidad de Venado Tuerto el “CONSEJO CONSULTIVO DE SERVICIOS Y OBRAS RURALES” –(en adelante CoCoSOR)- en **Situación de Emergencia Hídrica**, cuyas funciones son las de participar en la planificación y el control de los aspectos técnicos y operativos referidos al sector rural del distrito de Venado Tuerto. El CoCoSOR puede además participar en acciones destinadas a coordinar y ejecutar programas de capacitación relativos a los productores rurales, distintas misiones de representación, gestiones ante reparticiones públicas y/o privadas y actividades conexas. Este proyecto surge de reuniones mantenidas con productores agropecuarios de la zona donde se propone la creación de un Consejo Consultivo de Servicios y Obras Rurales en Situación de Emergencias Hídricas, con el fin dar seguimiento a las obras y disponer medidas, recomendaciones y herramientas que se establecerán para la prevención de las inundaciones, entre otras importantes acciones a ejecutar.

Con estos antecedentes se propone:

- ✓ Generar un ámbito propicio para acrecentar y fortalecer conocimientos acerca de las diferentes soluciones técnicas que permitan la transitabilidad permanente en los caminos rurales.

<sup>1</sup> Las superficies enunciadas no tienen incluidas las áreas correspondientes a las zonas urbanas y suburbanas de la ciudad. En este cuadro se ha colocado la superficie total de la zona, cuando en realidad debiera colocarse la superficie imponible sujeta al cobro de la Tasa de la Red Vial (o sea descontada la superficie que no tributa esta ya sea caminos, o fundos pertenecientes al estado nacional, provincial o municipal, etc.)

<sup>2</sup> Se ha incluido en esta tabla la longitud de los caminos comunales por zona sin discriminar si los mismos están abiertos o cerrados (debiera considerarse solo los caminos existentes abiertos)

- ✓ Estimular el intercambio de ideas y experiencias sobre las alternativas para la generación de recursos económicos y métodos de financiamiento para la gestión y conservación de los caminos terciarios.
- ✓ Promover la transferencia tecnológica y de conocimientos, presentando además las experiencias exitosas llevadas a cabo en distintos puntos de nuestro país y las experiencias de otros países en el tema.
- ✓ Discutir el impacto de los caminos rurales en el sistema productivo y logístico nacional impulsando un plan posible para dar una solución definitiva a los caminos secundarios y terciarios del país.

### **2.3 Análisis situacional**

Desde hace años, la Municipalidad de Venado Tuerto ha llevado a cabo un esquema de tratamiento de su red vial rural, a través de la administración municipal, solo en los últimos años con la implementación del CoCoSOR comienza la tercerización de los trabajos. En líneas generales, existe conformidad por parte de los usuarios de la red respecto de esta parte de la gestión estatal. ***Sin embargo, el propio municipio, catalizado por la opinión de productores rurales a través de sus representantes, ha detectado que es prudente establecer un Plan Maestro a corto, mediano y largo plazo, que oriente la gestión.***

Actualmente, el Municipio tiene la responsabilidad por el mantenimiento y mejoras de la Red Vial Rural del distrito. Ante esta ineludible función, la actual gestión ha tomado dos decisiones: disponer para tal fin de los recursos obtenidos como fruto del cobro de la denominada *Tasa Vial*, y asignar las tareas específicas de mantenimiento a empresas privadas mediante la gestión de productores rurales comprometidos con el mejoramiento de la infraestructura de los caminos rurales.

El hecho de asignar los dineros de la Tasa Vial a los fines específicos de la vialidad rural no parece encontrar objeciones. La decisión de delegar en la empresa privada las funciones propias de la tarea tiene un sesgo político más sujeto a las opiniones. El Poder Ejecutivo municipal ha decidido optimizar el gasto público en el área de la Vialidad Rural; atento a ello, la tercerización de los trabajos permite desprender del municipio la siempre complicada función de la gestión de recursos específicos (maquinaria, personal, herramientas, etc.) y, a la vez, fortificar la creciente actividad emprendedora privada. El sistema de tercerización parece ser bueno, a juzgar por las opiniones de los actores y los resultados concretos a los que se ha arribado.

Validando así la decisión política emprendida, queda claro que la privatización de los trabajos en el área demanda dos posturas indelegables por parte del Estado: una clara política específica, de modo de orientar sin margen de duda las actividades de los contratistas, y un severo control de calidad que garantice la real optimización del gasto.

### **2.4 Metodología de implementación de un Plan Maestro.**

#### **2.4.1 Metodología**

Para la propuesta de desarrollo del Plan Maestro se debe formar un equipo multidisciplinario, constituido por profesionales de las áreas específicas, pudiendo la Universidad a través del Grupo de Estudios Urbanos aportar docentes cualificados en las áreas específicas, así como por alumnos de los últimos años de la carrera de Ingeniería Civil, laboratorios de análisis de suelos, manejo hidrológico, imágenes satelitales, y sistemas de información geográfico, etc.

Este grupo de trabajo debe encarar el desafío desde dos frentes: por un lado, la búsqueda de material informativo y bibliográfico; por otro, el estudio específico de los caminos del distrito, que debiera incluir entre otros aspectos la recorrida minuciosa de la red. Con poco margen para la opinión respecto del primer aspecto, la decisión de recorrer la red en detalle traerá aparejada un contacto directo con la red vial, pero, especialmente, con sus usuarios (habitualmente no vinculados con los ambientes universitarios).

La posibilidad de poner frente a frente la realidad cotidiana de los vecinos del ámbito rural, con los profesionales y, especialmente, con los alumnos, puede ser totalmente enriquecedora.

En ese plano, ha de destacarse también el aporte que podrían realizar mediante entrevistas una importante cantidad de funcionarios, profesionales, empresarios, dirigentes, vecinos, que pueden contribuir a fortalecer el papel definido previamente para la Facultad: realimentar sus conocimientos, ejercer la docencia constante con sus alumnos, y devolver a la comunidad su criterio técnico.

Con el propósito de conocer el funcionamiento de la red vial rural y organizar las tareas a desarrollar, el grupo de trabajo deberá indagar sobre la jerarquización de la red vial rural del distrito. Esta red debiera estar conformada y reglamentada por Ordenanza, por un sistema primario, uno secundario y uno terciario. A partir de esta jerarquización se deben desarrollar distintas tareas que se describen a continuación.

#### **2.4.2 Las etapas de implementación de un Plan Maestro de Inversiones y Conservación de la red vial**

Entre otras podemos enumerar:

- ✓ La **tarea de reconocimiento o inventario de los caminos rurales** debe incluir una primera etapa, consistente en organizar los itinerarios en gabinete; para ello se deben utilizar croquis y planos proporcionados por el Municipio de Venado Tuerto y el software Google Earth. Esta herramienta será muy útil para ubicar los caminos, optimizar los recursos y tiempos de recorrido y obtener la localización de los puntos de inicio y fin de las trazas en coordenadas geográficas. Además, para ubicar los caminos rurales en el campo, se podrá utilizar Sistemas de Posicionamiento Global (SPG) que incluye cartografía detallada de Argentina, y permite almacenar los itinerarios de los recorridos.

Ya en la instancia de relevamiento, se debe aplicar un criterio técnico consistente en efectuar un reconocimiento cualitativo del estado de cada camino. A la propia observación de los operadores, se debe agregar la data preexistente respecto al estado de las vías de comunicación (aportado por el Municipio, la Sociedad Rural u organizaciones de productores), y los frutos del intercambio con los usuarios. A la vez, se deben relevar algunos aspectos elementales de la geometría y conformación. Toda la información recopilada permitirá desarrollar una base de datos relacionados espacialmente que se incluirá en un sistema de información geográfica (SIG). Este sistema permite visualizar en planos a escala las trazas de los caminos y todas las propiedades de la red vial incluidas en la base de datos.

La importancia de disponer de toda esta información almacenada en un SIG radica en el hecho de que, para la condición actual, se dispone de una visión global o “fotografía” del sistema vial rural del distrito (González Sett et al. 2000). Para el futuro inmediato, al realizar las tareas de mantenimiento y obras de mejora, es posible actualizar esta primera “fotografía”; la intención es que se convierta en una herramienta de intercambio de información respecto de lo actuado, entre las autoridades municipales, la Sociedad Rural, y los productores y vecinos.

- ✓ Una vez conocida la red y teniendo una aproximación directa de sus principales necesidades, se debe comenzar a **analizar aspectos vinculados con las inversiones definitivas y la gestión del mantenimiento de la red vial**. Para esto se debe contar con la base de información bibliográfica recopilada, las entrevistas con los principales actores en el tema, y la observación de las experiencias desarrolladas en otros municipios de la zona. Un punto especial dentro de esta etapa lo debe constituir el análisis, en su espíritu y en su letra, del Pliego de Licitaciones para el mantenimiento y conservación de la red.
- ✓ Finalmente, y como fruto lógico de la experiencia a recoger, se debe **delinear la esencia del criterio técnico general a adoptar para la toma de decisiones**. Es la intención que este criterio sirva de herramienta fundamental para quienes deben tomar las decisiones, en tanto permanezca la vigencia del *Plan Maestro*.





Figura 5 – Etapas de Esquema de Gestión de un Plan Maestro de Inversión y Conservación Vial

### 2.4.3 Nuevos enfoques para la formulación un Plan Maestro de Inversiones y Conservación de la red Vial

Existe un nuevo enfoque en el que se emplean herramientas habitualmente utilizadas en la evaluación de proyectos viales, pero con una visión diferente a otros tratamientos eminentemente ingenieriles o de teoría económica.



Figura 6 – Herramientas de Análisis en un Plan Maestro de Caminos Rurales

Dicho enfoque se basa en dos preceptos:

- ✓ Un modelo de análisis que tiene su centro de gravedad en el ***estudio de las producciones influenciadas por los caminos rurales***. (ayudar a la producción, operando asociativamente con ella, e integrar más eficientemente el medio rural dentro de un país o región) –
- ✓ ***Concepto del excedente del productor y no el del consumidor*** (que generalmente se utilizan en los métodos de evaluación clásicos), ya que los beneficiarios directos aquí, son los productores, los cuales se verán favorecidos por las mejoras en los caminos.

La ejecución del relevamiento de los caminos rurales debe realizarse en dos direcciones:



Figura 7 – Líneas de relevamiento de Caminos Rurales

Si bien no vamos a desarrollar el *Plan*, si se describen algunos principios que luego son aplicados a modo de ejemplo en la ejecución del proyecto del camino Z0104-CoCoSor.

## 2.5 Visión general de la red vial del distrito. Principales dificultades para su conservación

En algún sentido, la Red Vial Rural del Distrito de Venado Tuerto (**Figura 8**), no difiere de otras correspondientes a distritos vecinos. Sin embargo, posee algunas singularidades que, en líneas generales, algunas agregan dificultades a la gestión; pero otras facilitan la gestión de esta; entre otras, se han encontrado:

- La extensión de la red. Con sus casi 2100 km el tejido caminero obliga a un esfuerzo constante e importante en su volumen de acciones.

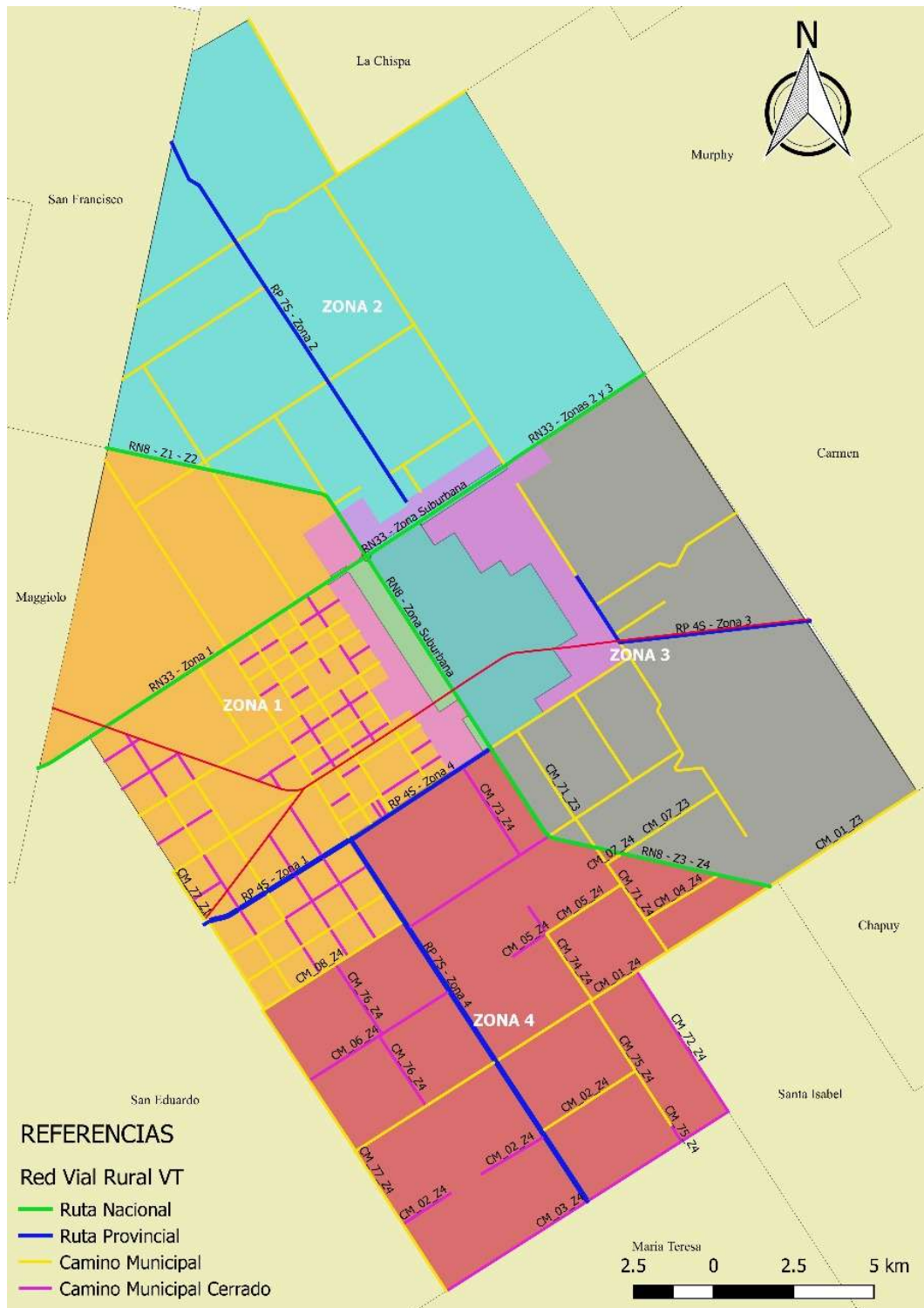
- Homogeneidad de actividades productivas atendidas. Es claro que la agricultura y la ganadería son las principales actividades del ámbito rural, y Venado Tuerto no escapa a esa regla. La aparición de otras manifestaciones de la empresa privada (feed lots, tambos)<sup>3</sup>, también ha aumentado la diversidad de intereses a atender.
- Inexistencia de diversidad de expresiones sociales. El tejido social del distrito es también homogéneo y lo conforman familias de pequeños y medianos productores o trabajadores rurales; establecimientos industriales y escuelas; estancias y tambos.
- El distrito Venado Tuerto al igual que la Región 5, presenta -en términos comparativos- la mayor homogeneidad ambiental de la provincia. Se encuentra ubicada en su totalidad en la pampa húmeda, una zona donde el relieve da cuenta de mayores ondulaciones, verificándose predominio de pastizales y aparición de árboles en las cercanías de los cuerpos de agua. En el enclave central de esta zona ambiental, el suelo y el clima demuestran todo su potencial agrícola, haciendo de la región un gran polo de innovación y desarrollo vinculado a la producción primaria.
- Una de las realidades más acuciantes en la región es la persistencia de problemas hídricos, que se transforma, en otro elemento de especial complejidad originados en la histórica ausencia de obras conjuntas con las provincias de Buenos Aires y Córdoba. Sobre esta región, que presenta una importante biodiversidad fundamentalmente en sus lagunas, no se han desarrollado aún estudios que permitan preservar su riqueza de manera más eficaz. El riesgo hídrico es potenciado por la ejecución de obras localizadas en provincias lindantes, que modifican las condiciones naturales del suelo y su capacidad de retención o escurrimiento. La degradación de los suelos se debe asimismo a la explotación abusiva de los recursos, al monocultivo de los campos y a los procesos indiscriminados de deforestación de los bosques nativos en áreas cercanas.

## **2.6 Inserción del Plan Maestro**

El Plan Maestro debe respetar la visión política que prioriza el sostén de los hábitos y costumbres de los pobladores rurales. Dicho de otro modo, no solo se deben optimizar sólo aquellas vías que conducen a la cabecera del distrito, sino que se debe entender cabalmente el funcionamiento de la red en su conjunto.

---

<sup>3</sup> Nota del Editor: Feed lot es el proceso de engorde intensivo en corral de ganado bovino a base de suplementos, granos y forrajes. Tambo en Argentina, Uruguay y Paraguay se refiere al establecimiento para la cría de ganado lechero.



**Figura 8 - Red Vial Rural del Distrito de Venado Tuerto**

En este sentido, resulta de vital importancia que los principales actores involucrados (entre los que se puede citar a productores agropecuarios, población rural, prestadores de servicios, instituciones gubernamentales y educacionales, etc.) participen en la gestión de los caminos rurales. De sus voces habrán de surgir los

requerimientos que permitan establecer planes a largo plazo y, consecuentemente, las necesidades de preservación de una red vial acorde a ese planeamiento.

### 2.6.1 Características generales del Distrito de Venado Tuerto

El distrito de Venado Tuerto, con una superficie de 58.000 Has, se encuentra ubicado en el centro del departamento General López, en la Provincia de Santa Fe, Argentina, ( $33^{\circ}45'00''S$   $61^{\circ}58'00''O$ ).

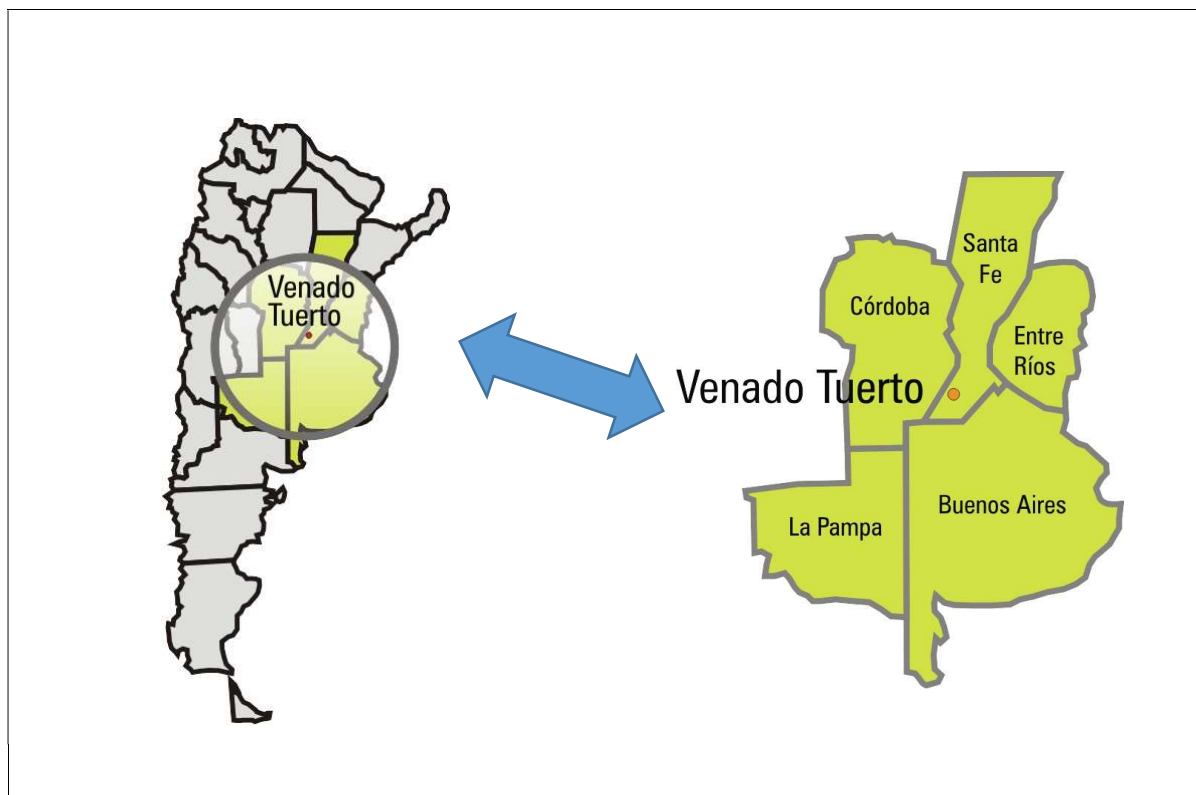
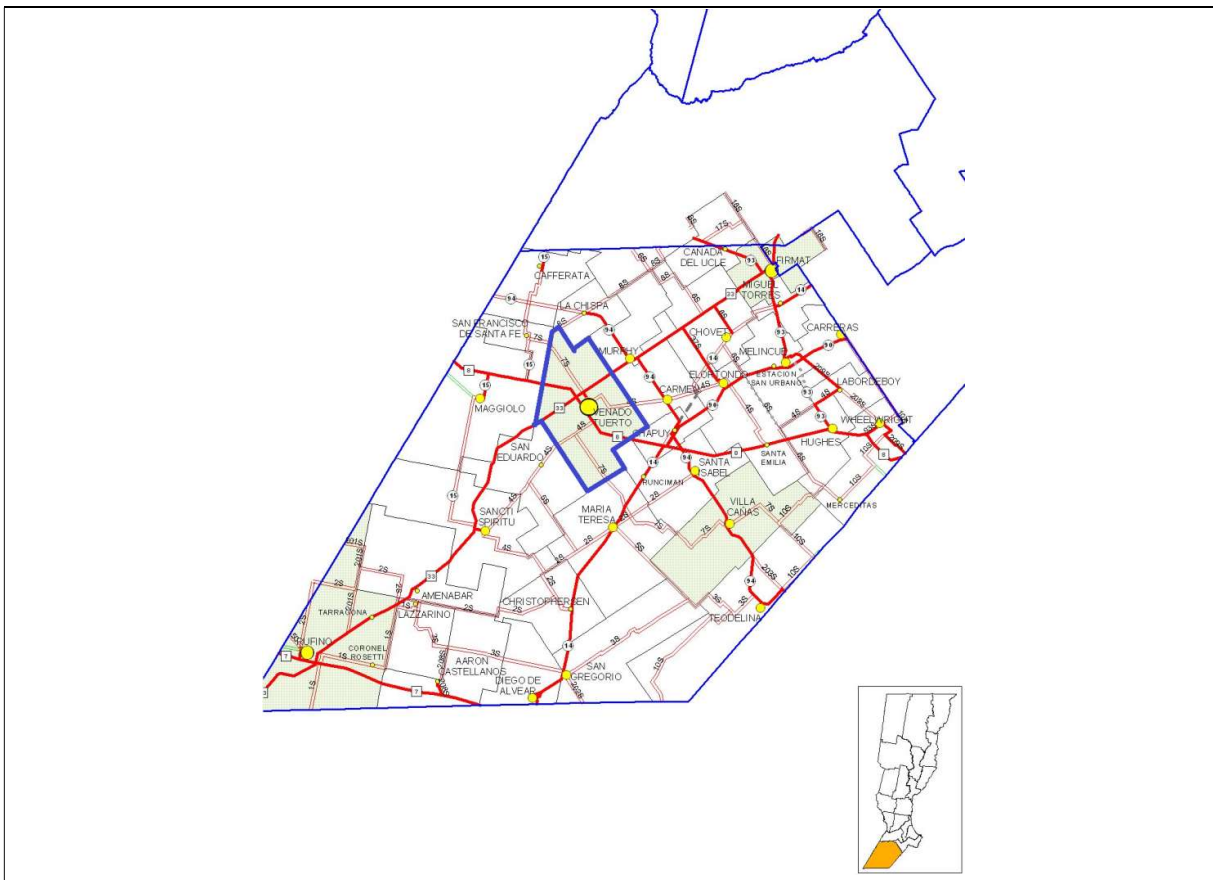


Figura 1 - Ubicación de Venado Tuerto

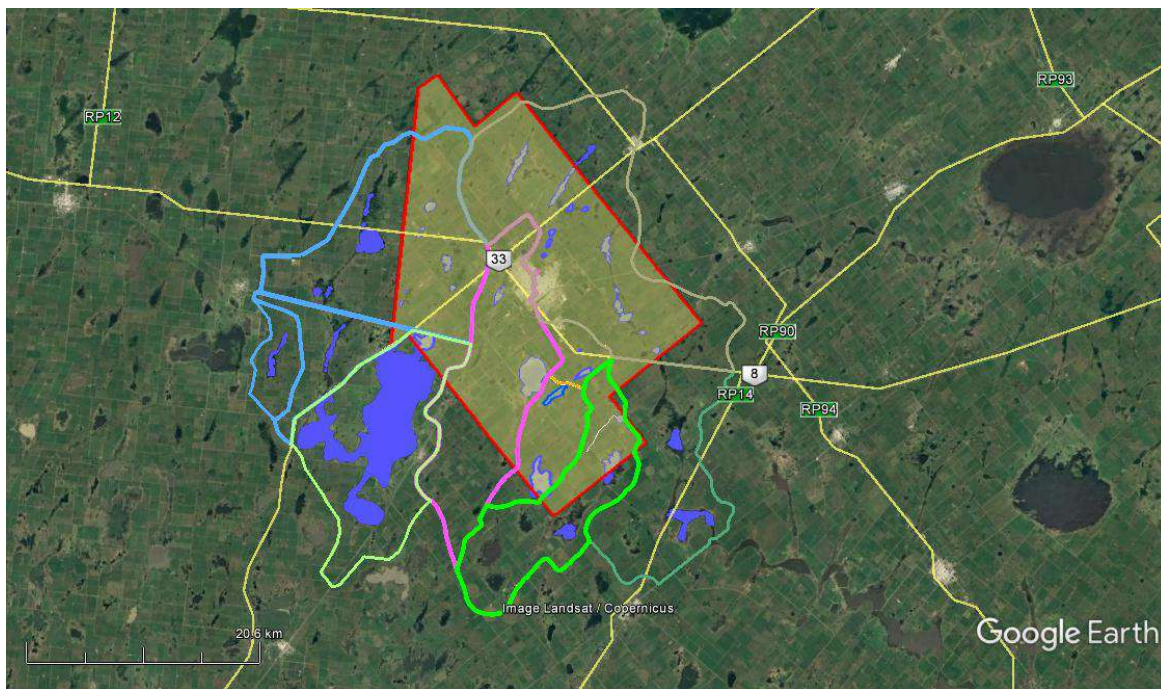
Aproximadamente el 100,00 % del Distrito de Venado Tuerto se localiza en el ambiente típico de la Pampa Deprimida. La Pampa Deprimida se describe como una región con drenaje deficiente, que presenta numerosas depresiones formando lagunas con presencia de agua durante todo el año, la napa freática se localiza cerca de la superficie, los suelos son limosos de alta productividad agrícola.

La descripción hidrográfica del distrito se encuentra detallada en el apartado **3.5 Dinámica Hídrica Superficial**.





**Figura 2 - Ubicación del Distrito de Venado Tuerto**



**Figura 3 - Hidrología del Distrito de Venado Tuerto**

Los caminos ocupan extensas y estrechas superficies del terreno, y se interponen o sitúan transversales al drenaje natural de las aguas. En todos los sectores en que la traza del camino es transversal al escurrimiento, pueden generarse retenciones del agua, e inclusive esta puede superar la cota de la rasante si no han sido previstas las obras de arte necesarias, provocando cortes permanentes de caminos principales.

En consecuencia, el diseño de las obras de arte, cunetas, puentes y alcantarillas adquiere fundamental importancia, ya que deben dar una rápida y eficiente salida a las aguas de escurrimiento que aportan a las mismas.

### **2.6.1. Análisis general de la red vial rural**

El estado general de la red en el distrito puede calificarse como bueno a regular, cuando las condiciones climáticas son favorables. Cuando la situación del contexto opera desfavorablemente (básicamente, en períodos de lluvias intensas y/o continuas), el estado se modifica pasando a ser regular o malo. Al desaparecer la causa del deterioro, recupera su condición o estado en forma parcial.

A efectos de una mejor organización de los trabajos de mantenimiento, la Municipalidad de Venado Tuerto ha dividido al distrito en cuatro (4) zonas. El criterio ha sido el de equilibrar razonablemente las longitudes de caminos a atender, considerando además la inclusión en cada zona de los establecimientos más importantes de la vida rural, y sus vías de comunicación asociadas. Esta división en zonas se sostiene desde hace pocos años. Aunque su conformación ha formado parte del análisis revisionista con el que se han tamizado todas las actuaciones sobre el tema, el equipo autor del presente trabajo no ha encontrado razones para modificar una división probada con los años y que ha contribuido a la mejor organización de los trabajos.

Con esta organización, la Red Vial presenta varios puntos posibles de ser mejorados, pero dentro de un estado general más que aceptable. Para esta definición se tienen en cuenta no sólo los patrones académicos de medición de serviciabilidad, sino también el cotejo cualitativo con otras redes vecinas (comparables en escala y en intensidad de utilización), y las opiniones de los vecinos usuarios de la red.

En general, hay una correlación entre la jerarquía de los caminos y el material del que se compone su calzada. Así, es razonable pretender que la red primaria esté conformada por caminos “entoscados o enripiados”, mientras que se supone que la red terciaria estará integrada mayoritariamente por calzadas “de tierra”.

No obstante, hay algunas excepciones, y además existe un esquema mixto (tosca o tierra) para caminos secundarios. Y aparecen, por su parte, algunas variantes especiales: suelos estabilizados con agregados pétreos, combinaciones de empedrado y tierra o rap.

En líneas generales, se advierte que sectores de los caminos de enripiados (rutas provinciales del distrito), han ofrecido una más que aceptable condición de servicio. Altamente resistentes a las condiciones climáticas adversas, y con buen desempeño ante las cargas, se han convertido en el paradigma de serviciabilidad deseada por los usuarios.

Los caminos de tierra, en cambio, brindan una buena superficie de rodamiento en condiciones de mantenimiento ideales, pero sufren rápidamente las consecuencias del paso de las cargas rodantes bajo humedades en exceso.

Independientemente del material de superficie, se ha advertido que las calzadas presentan una falta de elevación de la rasante en forma generalizada. Frecuentemente la causa de este efecto es la progresiva desaparición del material de superficie, por lo que el rango de valores correspondientes a esa disminución de cota no parece ser mayor que el espesor de la capa de superficie perdida. Sin embargo, en ocasiones se detecta que la cota de las rasantes es baja, al punto de generar compromisos hidráulicos que, naturalmente, afectan la transitabilidad de la vía.

Un párrafo especial se apunta al uso que los usuarios asignan a la Red. La pretensión de “circulación las 24 horas de los 365 días del año” resulta impracticable; o, al menos, exigiría una erogación que ni el Estado ni los mismos particulares estarían en condiciones de efectuar. Por lo tanto, se considera de vital importancia transmitir a la comunidad el concepto de que la Red Vial es un bien que se paga, se administra y se usa entre todos.

De la gestión como un resultado de la recopilación de antecedentes, se puede citar que en la República Argentina existen diferentes modelos de gestión, que es posible agrupar del siguiente modo: a) por administración, b) consorcios de gestión independientes, c) comisiones viales descentralizadas y d) tercerización por licitación pública (Baronetto 2009; Gago Tonin 2000). En todos los casos, las fuentes aseguran haber encontrado los modelos que mejor se adaptan a sus posibilidades y necesidades, exhibiendo una razonable satisfacción con la visión asumida en el tema. A juzgar por los testimonios de quienes encarnan cada posición, los modelos b) y c) han surgido como una respuesta del Estado municipal ante la creciente demanda de soluciones por parte de los usuarios. Ceder a esos mismos actores el protagonismo de la gestión se convirtió, según sus pareceres, en una inteligente manera de motorizar la acción ciudadana, manteniendo por parte del Municipio el control sobre los dineros erogados.

### **2.6.2. Modelo de gestión actual en el distrito de Venado Tuerto**

En la Municipalidad de Venado Tuerto la conservación, mejoras y construcción de los caminos rurales se realizado por administración municipal y en los últimos años se ha ido incorporando la participación de la actividad privada (productores locales), con escasa información y proyectos, sin previo llamado a Licitación



Pública o concurso de precios y con escasa de verificación técnica de los trabajos encomendados. El Municipio preserva para sí la totalidad de las decisiones, y no ha alentado la participación de las empresas locales.

Esta política municipal responde a un contexto en el que el Estado local ha exhibido una centralización histórica de sus decisiones, convocando esporádicamente a las voces que pueden aportar sobre las temáticas específicas. En complemento, las principales expresiones del contexto social y económico no han hecho público su disenso con esta mecánica de acción. Por el contrario, muestran su complacencia con la política adoptada y solamente en épocas de caminos intransitables en un escenario de desastre o emergencia agropecuaria, se vuelven alzar las voces para reclamos de obras o trabajos de manteniendo.

De hecho, si se realizara una encuesta muchos delegados municipales y distintos usuarios de la red rural a consultar, manifestarían su conformidad con el sistema actual de gestión. Se observa que, tanto el Municipio y muchos productores, pretenden continuar con la metodología dado que ha demostrado ser eficiente. En efecto, la presunción de que hay aspectos por mejorar no apunta al modelo en sí, sino a cuestiones de carácter técnico u operativo.

La decisión de contratar a empresas privadas, para el mantenimiento de la red, obedece a una mirada previsiblemente vinculada con la eficiencia. El cuadro habrá de cerrar con una minuciosa política del tema específico, una prolija administración de fondos y un adecuado control de la calidad.

### **2.6.3. Propuesta de modelo de gestión**

La mirada técnica sobre el modelo de gestión aplicado por la Municipalidad de Venado Tuerto encuentra algunas fronteras que no resulta posible traspasar.

La decisión de tercerizar el servicio de mantenimiento, o el hecho de ostentar un valor de tasa vial más bajo de la región, o la disponibilidad del 100 % de la recaudación de tasa para la gestión del mantenimiento son puntos que no pasan desapercibidos. Estas decisiones, pertenecen a la órbita de las decisiones políticas del tema y son, por lo tanto, técnicamente inobjectables. Al menos, mientras no incidan de manera determinante sobre los campos técnicos específicos. Queda claro que el hecho de mantener el valor de la Tasa en los estadios actuales, aun a despecho del inocultable aumento de los costos asociados a actividades viales, impactará directamente en el volumen de trabajos a realizar.

En este sentido, caben dos enfoques: por un lado, se está ante la tasa más baja de la zona, lo que habrá de suponer una altísima optimización del gasto y, aun así, una fuerte restricción en los volúmenes de trabajos a realizar. Pero el otro enfoque es más atemperado, e indica que en realidad la Tasa prevista para el próximo periodo si bien es actualizada mediante un polinomio de ajuste aprobado por ordenanza municipal no atiende las deficiencias que puede tener el numero base (que hace más de diez años que no se verifica),

atento que el cálculo del mismo no tiene contemplado un volumen de obras mínimos o bien el adecuado para obtener determinado nivel de serviciabilidad de los caminos rurales, ante este escenario sólo será necesario hacerse cargo (a través de la optimización de los Pliegos, en primer término) de la diferencia porcentual derivada del aumento de costo de vida (o, más específicamente, del aumento de costos empresarios, para el caso puntual).

Pero enfocando la mirada sobre los aspectos que conducen a la técnica de la gestión, se ha observado un punto con una especial debilidad; tal como se mencionara previamente, la municipalidad si bien posee una dependencia especialmente destinada a la atención de la problemática vial rural, no tiene los recursos necesarios (técnicos, humanos y económicos) para complementar un modelo de gestión exitoso. Esto no merecería especiales objeciones, si no resultara tan ostensible la ausencia de sistematicidad en los mecanismos de consulta para la toma de decisiones; y aunque la realización del presente Plan Maestro se supone que habrá de dotar de herramientas que faciliten la adopción de medidas técnicas, también es cierto que la opinión de los usuarios ha de resultar imprescindible. La implementación del CoCoSor ha tratado de subsanar estas deficiencias, pero todavía hay mucho por debatir y mejorar.

La experiencia de otras localidades muestra la conformación de grupos cuyas funciones exceden la consulta, convirtiéndose en entes con autonomía y autarquía para el manejo completo de la vialidad rural.

No parece ser ésta la mejor opción para Venado Tuerto, en la actualidad. Tanto el Municipio como las organizaciones afines al sector enfatizan en la línea de ceder al primero la integridad de las decisiones. Y, al menos en el desarrollo del actual modelo de gestión, tampoco se ha advertido la existencia de otras voces en el contexto de la sociedad venadense que desvíen la mirada de ese lugar. Sin embargo, parece prudente dejar establecido que el CoCoSOR de una manera orgánica puede transformarse en un mecanismo de consulta permanente, que permita al Estado acceder a la opinión de los usuarios. Al mismo tiempo, este cuerpo puede permitir a los vecinos el traslado de sus requerimientos a las autoridades competentes.

A partir de lo expuesto se propone continuar con el sistema actual, pero conformando una comisión de consulta integrada más ampliada donde los delegados municipales, representantes de los productores de la región, Comisión Vial de la Sociedad Rural, y representantes técnicos a designar (pensando en funcionarios municipales y técnicos de la Facultad de Ingeniería), permitirían avanzar sobre distintos objetivos superadores a los alcanzados en la actualidad. Si el modelo actual del sistema de gestión adoptado (CoCoSOR), en cuanto su creación y el funcionamiento están regulados por una Ordenanza Municipal, siendo su función primordial la de apoyar al Ejecutivo en la toma de decisiones concernientes a la red vial en su conjunto, las experiencias adquiridas durante estos años de gestión y las nuevas visiones que aportaría la elaboración de *un Plan Maestro* harían imprescindible la revisión de esta.

La Municipalidad preservaría a su cargo, aun con la presencia de la Comisión de Consulta, la recaudación, administración y difusión del destino de los fondos, y la gestión e inspección de las tareas. Podría ceder los estudios técnicos más importantes y la auditoría del programa en otros organismos participantes del sistema.

Con el propósito de mostrar a los productores rurales la asignación de los fondos recaudados, sería deseable que el Municipio presente mensualmente o con la misma frecuencia que la recaudación de la Tasa Vial, un informe detallado de los ingresos y egresos de fondos afectados a la red vial, con un mapa indicando la localización de las tareas realizadas.

Esto contribuiría a exhibir una administración transparente, con dos objetivos: por un lado, desalentar las miradas desconfiadas respecto de los manejos del erario (aun cuando ya existan mecanismos para controlar a los funcionarios, la herramienta propuesta tiene la ventaja de ser directa y específica). Y por otro, se ha advertido en los productores rurales una reticencia a entregar dinero si no cuentan con la certeza de que el mismo será imputado a mejoras en las condiciones de funcionamiento de la red vial rural; o, lo que es lo mismo, se percibe un rechazo a la posibilidad del aumento de la Tasa Vial, pero una razonable aceptación a la posibilidad de reclamar Contribuciones por Mejoras, y se entiende que es más fácil acceder a este recurso con una exhibición de cuentas clara para la población.

#### **2.6.4. Definición de los criterios técnicos de decisión**

Los criterios técnicos de decisión tienden a dejar sentadas las bases de futuras decisiones a tomar por quienes actúen en el área.

- a) El **primer criterio de decisión que se considera importante es la accesibilidad** que brinda la red vial; es decir, que no existan interrupciones en la red que conecta a las principales rutas provinciales y nacionales, y zonas urbanas. En este sentido, el orden de prioridades que se propone desde un punto de vista técnico es la accesibilidad de la red primaria, secundaria y terciaria. Esto significa que las decisiones deberán priorizar la conexión entre todos los puntos del Distrito, siguiendo el orden de jerarquías de la red.
- b) Es importante reflexionar acerca de lo que es **un nivel de serviciabilidad** lógico para una red rural. Y en este sentido, parecieran no quedar dudas respecto de la necesidad de contar con un sistema primario que asegure la circulación durante todo el año. La acepción no es literal, claro está, desde que habrá de conocerse que el tránsito durante los momentos de lluvias intensas y/o continuadas, aun sobre calzadas enripiadas, provocará la inexorable rotura del camino. De este modo, los usuarios de la red deberán tomar conciencia respecto de las posibilidades de uso real. Así, habrá de saberse que los sistemas terciarios, por su parte, serán usados sólo en épocas secas o con

humedades tolerables. Las calzadas de tierra son permanentemente susceptibles de acusar los efectos nocivos de las cargas de tránsito, por lo que su puesta en servicio deberá operar sólo cuando se posea la certeza de que no se afectará su transitabilidad.

En medio de estas soluciones técnicas se instala el sistema secundario, normalmente compartiendo calzadas de tierra, enripiado y otras opciones. Una vez más se recurrirá aquí, para entender las expectativas de un uso racional de la red, al sentido común y la experiencia.

Se recomienda una acción comunicacional exhaustiva sobre este tema, de la mano de una severa acción punitiva. Retomando la estructuración de los criterios técnicos a aplicar, aparece en segundo lugar, y emparentado con la necesidad de no discontinuar la conexión de las redes, la determinación de las causas por la que se ha producido la interrupción del servicio.

Básicamente, puede haberse tratado de problemas en el drenaje (que repercuten en la calzada), o problemas propios de la calzada o su paquete estructural. En esos casos, se tendrá en cuenta que la resolución de los problemas hidráulicos es prioritaria respecto al segundo caso.

- c) Hasta aquí, puede resultar de fácil comprensión el establecimiento de prioridades desde un punto de vista teórico. Sin embargo, en la práctica habrán de darse situaciones de extrema complejidad, cuya resolución implicará la puesta en consideración de aspectos que exceden los alcances meramente técnicos. Es en ese momento cuando se integra un **último criterio: el socioeconómico**, ayudando a decidir cómo asignar el orden de prioridades. Este criterio es el que contemplará la cantidad e importancia de los intereses afectados, y dotará a la decisión de una mirada política que la técnica no siempre alcanza a contemplar. El criterio socioeconómico será una de las responsabilidades de la Comisión de Consulta.

Esa mirada se supone que atenderá a la consigna de no interrupción de la red vial, pero teniendo en cuenta también distintos aspectos como el social en la vida de la población rural (educación, salud, esparcimiento, etc.), y el económico dado por la importancia que tiene la producción (agrícola, ganadera, lechera, etc.).

#### **2.6.5. Rol de la Inspección**

La responsabilidad primaria del contratista no exime al comitente, es decir, al organismo estatal, de verificar el estado de las vías mediante personal propio o consultores. Ya se ha detallado previamente que el circuito conceptual propuesto para la ejecución del Plan de Mantenimiento encuentra su coronamiento con un adecuado control de calidad.

La Inspección deberá tener en claro no sólo la letra sino, especialmente, el espíritu del pliego licitado. Y, en tal sentido, es central asumir que se pretende que las empresas trabajen por objetivos, de modo que el

Inspector podrá cooperar en el constructivo intercambio de ideas, pero su función ineludible será la de garantizar que se alcancen los objetivos puntuales de cada trabajo contratado.

### **Tipos de Inspección**

Algunas evaluaciones pueden realizarse en forma permanente, y permiten auscultar la vía en forma continua. En cambio, hay características que deben evaluarse de manera puntual, como es el caso del funcionamiento del sistema de drenaje o las depresiones en la superficie del camino.

Se definen distintos tipos de inspección a realizar:

- ✓ Rutinaria.
- ✓ Periódica.
- ✓ Extraordinaria.

**Rutinaria:** consiste en el relevamiento de las condiciones actuales generales de la red, que no depende de eventos particulares y que se debe realizar de forma continua. Permite al Municipio mantener la información actualizada y visualizar el estado general de la red, para efectuar planificaciones, evaluaciones y desarrollos futuros.

**Periódica:** es aquella que se realiza a los fines de efectuar el seguimiento técnico de un trabajo o tarea en desarrollo. Depende del inicio, duración y características específicas de la obra, puede programarse por intervalos de tiempo o unidades de medición. Indefectiblemente no puede postergarse, por ningún motivo; tiene dependencia directa con el plan de obras y su ausencia puede representar pérdidas económicas importantes.

**Extraordinaria:** cuando la magnitud de la obra lo justifique, se deberá asignar una inspección detallada y continua, especialmente para tal fin. La diversidad de trabajos realizados de manera sincronizada implica conocimiento y destreza, por lo tanto, es recomendable conformar un equipo interdisciplinario de inspectores.

Estructura de la Inspección propuesta La extensión de la red vial del Distrito, justifica la organización de un equipo de Inspección que trabaje en forma coordinada y planificada, para lograr los objetivos propuestos.

Un mínimo de tres (3) inspectores asegura una cobertura normal del distrito, si se establece previamente la tarea a fiscalizar, su duración y referencia geográfica. Por lo tanto, uno de ellos deberá asumir la dirección y organización de la estructura de Inspección. Dicha estructura contará, indefectiblemente, con movilidad adecuada para el cumplimiento de sus funciones.

#### 2.6.6. Propuestas de acción

La elaboración del Plan presupone el establecimiento de objetivos, principios de acción, el desarrollo de distintas líneas de trabajo, además, debe analizar tres conceptos:

- ✓ **Monitoreo de la propuesta estratégica:** este aspecto incluye garantizar el cumplimiento del espíritu de la Propuesta Estratégica y apoyar, desde Facultad de Ingeniería, a Municipalidad de Venado Tuerto y Sociedad Rural, en la toma de decisiones vinculadas con la Red Rural. También se propone asistir en la elaboración de los Pliegos de Mantenimiento, en la confección del listado de Obras de Rehabilitación y Mejora, para los años subsiguientes y a la Inspección para la correcta puesta en práctica de las recomendaciones técnicas.
- ✓ **Actualización de la información:** en este ítem se propone mantener actualizado el SIG, cargando la información que surja de las tareas de Mantenimiento u Obras de Mejora.
- ✓ **Mejora continua:** la mejora continua incluye el registro de las recomendaciones técnicas que resulte prudente adicionar a los Pliegos para futuros llamados a Licitación. También se contempla la posibilidad de desarrollar un Método de Medición de Serviciabilidad de los caminos rurales y asistir en la estrategia comunicacional respecto del uso adecuado de la red por parte de los usuarios.

## **Capítulo 3. Proyecto: Camino Principal CM01-Z4 – Zona 4 – COCOSOR Venado Tuerto**

---

### **3.1 Introducción**

A modo de ejemplo se realizó una propuesta de desarrollo del Proyecto, para el cual se formó un equipo multidisciplinario, constituido por profesionales docentes de las áreas específicas, así como por alumnos de los últimos años de la carrera de Ingeniería Civil, en la que participaron distintos laboratorios y gabinetes de Facultad (como Laboratorio de Suelos, Sistemas de Información Geográfica, Imágenes Satelitales, Gabinete de Topografía)

Este grupo de trabajo resolvió iniciar el desafío desde dos frentes: por un lado, la búsqueda de material informativo y bibliográfico; por otro, el estudio específico de un camino (bajada de Km 353 RN8 – Zona 4 CoCoSOR), que incluye, entre otros aspectos, la recorrida minuciosa de la red. Con poco margen para la opinión respecto del primer aspecto, la decisión de recorrer la red en detalle traerá aparejada un contacto directo con la red vial, pero especialmente con sus usuarios (habitualmente no vinculados con los ambientes universitarios).

### **3.2 Análisis general de la zona**

En el año 2003, se produjo en nuestro país, un boom agroexportador al que muchos identificaron como el fin de la aguda y profunda crisis vivida en los años anteriores.

Fundamentalmente fueron las provincias del centro del país, (Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba), las productoras de ese estallido económico a costa de las excelentes cosechas logradas y de los precios internacionales de los cereales que se lograron obtener. Después de varias vicisitudes, aparece una nueva oportunidad para el sector agrario y por ende para la nación.

Para el período 2016-2017, surgen las mismas posibilidades de producción y exportación, debido a la baja de retenciones y una relación más “amigable” entre el estado y el sector del campo, para llevar adelante políticas de largo plazo, quizás, con un aumento de las cantidades cosechadas.

Este hecho, a criterio de los economistas, puede ser el inicio de épocas florecientes para el campo, sin embargo, desde el punto de vista de la ingeniería, surge como interrogante ¿La infraestructura es lo suficientemente adecuada para soportar no sólo el crecimiento proyectado sino el eficaz mantenimiento de las estructuras existentes, más aún cuando por exceso de precipitaciones superiores al promedio en estos últimos cuatro años, se ve agravada la situación?

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Existe un déficit alarmante del entramado vial secundario y terciario a lo que se le agrega los graves problemas de desagüe de las cuencas, por falta de un plan piloto de canalizaciones y obras se arte.
- ✓ Estas falencias generan grandes inconvenientes desde todo punto de vista: económico, social, educativo, etc.
- ✓ Se corta la regularidad escolar al no poder llegar a las escuelas debido a que la salida de los campos es en mal estado, anegados o directamente no existen.
- ✓ No hay un acceso rápido en casos de emergencia a los centros de atención de salud.
- ✓ No se puede sacar los productos de la cosecha en tiempo y forma. No se puede planificar la explotación rural al carecer de la infraestructura necesaria.
- ✓ No se puede vincular con los centros urbanos, teniendo en cuenta que ha desaparecido el transporte ferroviario local.
- ✓ Se deben soportar largos períodos de aislamiento, sobre todo en los meses de invierno.
- ✓ La población rural migra hacia los centros urbanos ante semejante desamparo e incomunicación.
- ✓ Se producen constantes conflictos de intereses entre los productores por el mal uso de los caminos.
- ✓ Los caminos no soportan los requerimientos de una producción moderna, o sea que no son aptos para la actividad económica actual.
- ✓ Se debe soportar costos adicionales debido al mal estado de los caminos (falsos fletes, transportes encarecidos, mayor mantenimiento en las maquinarias, roturas excesivas en las mismas, etc).
- ✓ Las explotaciones tienen grandes dificultades logísticas al no poder acceder con prontitud y calidad a los campos más alejados.
- ✓ Se pierden oportunidades para desarrollar alguna actividad agropecuaria que dependa de la salida diaria de los productos.
- ✓ Estas causas disminuyen la productividad y la eficiencia que nos obliga a salir de los rangos de competitividad.

Todos estos son algunos de los muchos inconvenientes que tiene la gente del campo y que sus gobernantes nunca han podido resolver con eficacia.

- ✓ El Gobierno Nacional debería construir y mantener la red primaria, más allá de la incipiente reanudación de la obra pública, falta mucho por hacer.
- ✓ El Gobierno Provincial debe construir y mantener los caminos provinciales, también en este aspecto se está avanzando, pero el déficit es muy grande y estos caminos no pueden ser concesionados ya que no son rentables para la explotación por entes privadas.



- ✓ El Gobierno Municipal debe construir y mantener las redes terciarias, además de proveer la buena circulación en los pequeños centros urbanos.
- ✓ Los municipios están en *default*, incapaces de construir un metro cuadrado de pavimento nuevo y arrastrando con un parque obsoleto de máquinas viales, muchas de las cuales paradas por no poder contar con el capital necesario para repararlas o mantenerlas. La alternativa del CoCoSOR es una buena iniciativa que debe profundizarse y profesionalizarse.

Lo anterior es un síntoma más de la profunda crisis en que están sumidas las instituciones que deberían proporcionarnos soluciones y satisfacer cada uno de los inconvenientes que padece el común de la gente.

Ahora bien, la mayoría de las regiones de la provincia de Santa Fe, tienen hoy una necesidad imperiosa de desarrollar una infraestructura capaz de sostener el crecimiento que se avizora en esta nueva etapa.

Si consideramos que las instituciones no nos pueden ayudar, por lo menos en los próximos años, tenemos que pensar seriamente en trabajar a partir de la base de la pirámide, de abajo hacia arriba, nucleando los productores que estén dispuestos a una inversión en el tiempo, para luego resultar beneficiados por el uso de las mejoras. En este punto es donde debe entrar el aporte técnico y la investigación de los profesionales; utilizando los materiales locales, las máquinas más adecuadas, la técnica más moderna, el mejor rendimiento, el costo más accesible.

Cada Municipio o comuna de la Provincia tiene una necesidad diferente en el uso de los caminos, así también, como materiales aptos para la construcción.

### **3.3 La importancia de un proyecto como modelo a realizar**

Debido a que sería imposible proponer un plan a nivel provincial debido a lo extensa que es la red vial secundaria y terciaria, se ha enfocado particularmente en el Municipio de Venado Tuerto, y dentro de él, en la Zona 4 del Cocosor, se resalta el camino municipal identificado como “Bajada del KM 353 de la RN8” y que a los efectos de un futuro inventario se lo ha catalogado como CM01-Z4, este camino particular ha sido identificado por la comisión administradora de la zona como “principal”, luego de recorrer la zona y observar los diferentes mapas, este se ha considerado como fundamental para el desarrollo de la misma.

El objetivo del presente trabajo es realizar, en esta zona designada, un tratamiento relativamente novedoso para el mejoramiento de las redes terciarias, amén de comparar su calidad, y su durabilidad con respecto a los tratamientos convencionales, obtener el costo del mismo y ofrecer una idea para el posible

financiamiento, gestión, y control de este tipo de mejoras. Cabe aclarar que se busca aplicar las mismas políticas llevadas adelante por otros municipios como Arrecifes u Olavarría en la provincia de Buenos Aires, con las consideraciones que merece la aplicación a nuestro territorio.

Cuando se habla de novedoso, significa que se ha usado en muy pocas ocasiones en Argentina, porque la máquina en la cual se centra todo el proceso es muy costosa y solo es rentable para trabajos de cierta envergadura. Algunas de estas ideas si demuestran sus beneficios pueden ser aplicables no sólo a la trama terciaria de un distrito sino a una zona cuyas necesidades de sacar sus productos sean perentorias como puede ser una cuenca lechera, que no es este el caso.

En otras ocasiones algunos otros institutos o técnicos han planteado soluciones similares a las que aquí se presentan, aunque desafortunadamente pocos han tenido éxito, a veces por no ser la solución técnica adecuada, a veces porque no se ha logrado la coordinación entre los productores, las Organizaciones Primarias y los Municipios, o a veces porque los productores no podían invertir para mejorar la infraestructura que usan, porque sus expectativas de retorno de los beneficios eran nulas. El CoCoSOR se basa en la participación de los productores, en los promotores privados y en las Instituciones Públicas y este plan puede ser parte importante en la gestión del mantenimiento de los caminos terciarios del distrito.

Es claro, que antes de ofrecer un posible proyecto Institucional del emprendimiento, se los debe interesar por las ventajas técnicas del modelo constructivo y llegar a una conclusión de cuáles son los réditos obtenidos al compararlos con los sistemas tradicionales de mantenimiento.

Para aclarar el tema se desarrollarán los siguientes pasos.

- a) Se comienza por situar la zona en que se va a desarrollar el proyecto, con su descripción geográfica y el estado actual de su red caminera, es decir, ubicando la zona de Venado Tuerto, sus accesos y sus asentamientos de población.
- b) Luego se designan los caminos a tratar y mediante ensayos observar su estado actual.
- c) Conocido el estado actual y sabiendo las solicitudes de tráfico a las cuales estará sometido, se propondrán diferentes soluciones.
- d) Por un lado, se explicará brevemente la solución más tradicional y muy usada por los Municipios, que es la realización de una capa de refuerzo de suelo seleccionado, denominado alteo,

conformado por suelo obtenido de la extracción lateral de cunetas que contiene un alto porcentaje de materia orgánica (pasto).

- e) Por otro, se presenta un modelo de solución técnica, en la cual se combinan dos conceptos fundamentales, la solución hidrológica por un lado y por otro lado el proyecto vial planialtimétrico del camino, que incluye el perfil topográfico y la solución estructural utilizando distintas técnicas como el reciclado y compactación (utilizar los propios materiales existentes en el camino con estabilización mecánica), y o bien con aportes de otros materiales como agregados pétreos (estabilizado granular), el aporte de aditivos cementantes, como cal o cemento (estabilizado físico químico) o el agregado de aditivos químicos de distinta naturaleza (estabilizado químico).
- f) En este punto se dará el mayor énfasis, ya que es allí donde radica la parte «diferente» a cualquier otro proyecto.
- g) Además de la construcción se ponderará el mantenimiento, debido a que es en este punto donde se encuentra el error de muchos métodos. Se debe lograr un paquete estructural sólido, pero que además sea duradero en el tiempo.
- h) Luego comienza una parte muy importante del proyecto, el momento de calcular los costos de las soluciones constructivas. Teniendo todos los datos en la mano solo quedará comparar las soluciones desde el punto de vista de la calidad, durabilidad, tiempo de ejecución, tiempo de utilización, mantenimiento necesario, posibilidades y costos.
- i) Finalmente, se esquematiza alguna solución para su financiamiento. Este punto también representa gran importancia, ya que allí se expone un plan de financiamiento en la cual estarán involucrados los dueños de los campos. Básicamente la idea será tomar un área de influencia beneficiada por cada camino y con eso calcular el costo por hectárea correspondiente

### **3.4 Área de estudio**

#### **3.4.1 Descripción del Distrito Venado Tuerto**

Venado Tuerto es una ciudad del departamento General López, ubicada al sudeste de la provincia de Santa Fe en Argentina, siendo la más importante en cuanto a cantidad de población del sur de la provincia.



El distrito ubicado en el sur de la provincia y sobre la pampa húmeda, forma parte del Departamento López, incluido en la Región 5 Nodo Venado Tuerto, limita al oeste con la provincia de Córdoba, al sur con la provincia de Buenos Aires y al noreste con la Región 4. Los departamentos que la componen son: General López, parte de Caseros (excluido Distrito Casilda) y Constitución (Distrito Bombal).

Esta región presenta la mayor homogeneidad ambiental. Cuenta con un clima y suelo fértil, que demuestran todo su potencial agrícola, haciendo de la región un gran polo de innovación y desarrollo vinculado a la producción primaria.

Soja, maíz y trigo se complementan con una ganadería de gran calidad. Es una zona de constante desarrollo de actividades emprendedoras, que posibilita el surgimiento de nuevos negocios y la consiguiente diversificación de la economía, a partir de la inclusión de rubros como el turismo rural, la producción de frutas finas y la elaboración de productos granja de alto valor. También, se caracteriza por su significativa contribución a la fabricación de maquinaria agrícola y a la producción metalmecánica en general. Además, los tambos de alto rendimiento son una pieza clave en el entramado productivo de la región.



Figura 5 – Cosechas de Maíz y Soja

El Distrito está atravesado por Rutas de diferente categoría:

**Nacionales:**

La infraestructura vial Nacional contempla dos rutas importantes

- **Ruta Nacional N° 8** (Buenos Aires – Río Cuarto): Pavimentada y concesionada.
- **Ruta Nacional N° 33** (Bahía Blanca – Rosario): Pavimentada y concesionada.



Figura 6 – Imágenes de Rutas Nacionales 8 y 33

### Provinciales:

La infraestructura vial Provincial contempla dos rutas importantes

- **Ruta Provincial Nº 4S** que comunica al distrito con el San Eduardo al (se encuentra con mejorado próximo a pavimentarse) y con Carmen al este (tramo afirmado de calzada natural).
- **Ruta Provincial Nº 7S** que comunica al distrito con el de San Francisco al Norte (se encuentra enripiado hasta el Pje. San Marcos y luego cortado por inundaciones. Al sur se comunica con el distrito María Teresa (calzada afirmada de calzada natural), se encuentra cortado frente a la laguna La Victoria y Frente a las Lagunas Lesser Cataldi, ambos cortes en la zona 4 del CoCoSOR.

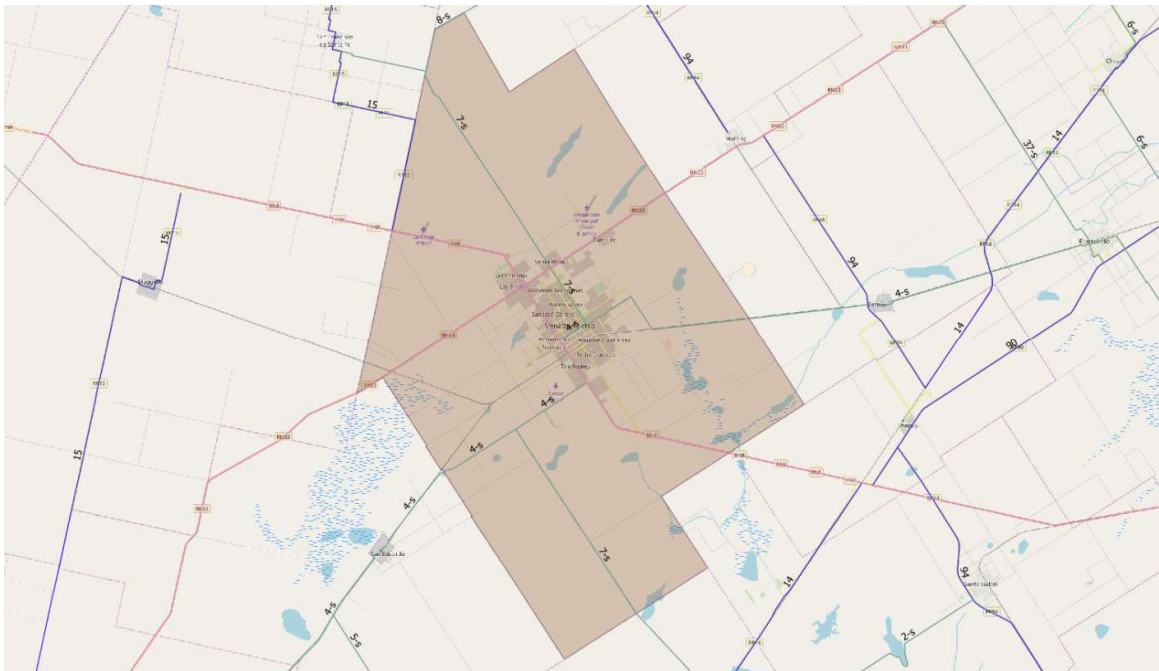


Figura 7 – Distrito Venado Tuerto sobre imagen cartográfica





**Figura 8 – Distrito Venado Tuerto sobre imagen satelital**

La ciudad que identifica al distrito es, es la ciudad de Venado Tuerto cuya población es 76.432 habitantes (censo 2010) que extrapolado a la actualidad rondaría aproximadamente los 90.000 habitantes. Si observamos el ejido del distrito, la ciudad ocupa la parte central del mismo en un punto donde se entrecruzan las cuatro (4) rutas antes mencionadas.



**Figura 9 – Imagen aérea de la Ciudad de Venado Tuerto**

En cuanto a su descripción económica se puede decir como primera aproximación que potencialmente es uno de los municipios más ricos del país, es un muy importante centro económico de la región, tanto por la importancia de la producción agropecuaria como por el desarrollo industrial.

El PBI de Venado Tuerto asciende a 1.946.821.000 USD, discriminado en un 40% del sector primario, un 17% del secundario y un 43% del terciario.

En materia agropecuaria integra uno de los vértices del triángulo agrario, con las ciudades de Rosario y de Pergamino (zona núcleo). Es tierra de Argiudoles, propicia para el cultivo de soja, trigo, maíz y girasol. Por esta razón, y por la rápida comunicación con los puertos de Rosario (a través de la Ruta Nacional Nº 33) y Bahía Blanca, ha sido elegida por numerosas empresas cerealeras para la instalación de sus plantas de acopio. Venado Tuerto y sus alrededores concentra el 10 % de la producción de cereales de Argentina.

La ciudad cuenta con un parque industrial de 100 ha., denominado “La Victoria”. En el mismo, se ubican empresas del rubro siderurgia, metalmecánica, textil y construcción. Desde 2008, cuenta con una Zona Primaria Aduanera, que permiten el despacho de operaciones de importación y exportación.

Ubicado en la zona núcleo de Argentina, sus campos se utilizan un 80% para la producción agrícola y un 20% para la ganadera. Su industria se mueve alrededor de la explotación agrícola-ganadera.

Allí se emplean las técnicas más nuevas en cuanto a riegos y sembrados y los últimos modelos de maquinaria agrícola y el valor promedio de una hectárea es de u\$s 18.000 a 25.000.

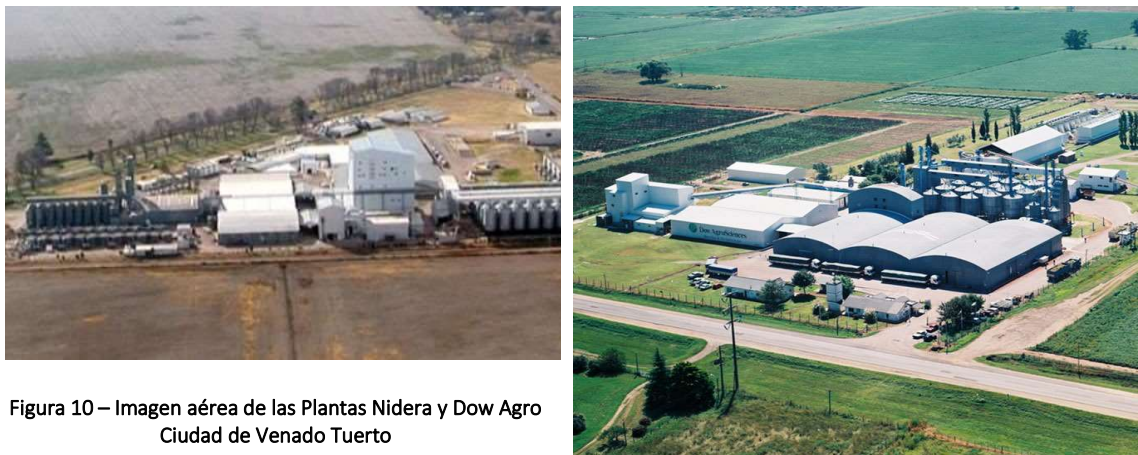


Figura 10 – Imagen aérea de las Plantas Nidera y Dow Agro  
Ciudad de Venado Tuerto

Todos estos datos llevan a pensar que la infraestructura caminera debe ser la adecuada para este panorama productivo. En la actualidad esta situación es totalmente lo contrario, más aún cuando se encuentra afectada por los excesos de lluvia de los últimos años.

Los únicos caminos pavimentados relativamente en buen estado que existen son las rutas nacionales antes mencionadas.



Pero el estado del resto de los caminos no es el adecuado, con lo cual si llueve 25 mm el acceso a los campos se ve impedido durante al menos un día, con los costes que esto produce para el propietario del campo al no poder extraer su producción.

Además, a esto se le debe sumar la situación de la población rural, la cual ante una lluvia de esta magnitud le quedan solo dos alternativas para llegar al centro urbano, el caballo o el tractor, siendo este último el peor enemigo de los caminos en malas condiciones o inundados.

Es sabido que al recibir la lluvia los suelos vegetales o recubiertos con suelos arcillosos absorben gran cantidad de humedad, se hinchan, y no soportan el paso de cargas, dejando las ruedas de los tractores grandes huellas que no permiten la transitabilidad de los vehículos una vez que estos caminos se secan. Todo esto es un círculo cerrado.

Los municipios muchas veces por problemas económicos-financieros y otras veces por desconocimiento no pueden recuperar o mejorar los caminos rápidamente luego de las lluvias.

Al no plantear una solución definitiva o a largo plazo, las municipales tienen que correr detrás del mantenimiento permanente sin obtener ningún tipo de resultados porque no hay máquina ni personal que de abasto para realizar en el tiempo necesario todas las reparaciones.

El problema es cuando sobre un camino que no ha llegado a mantenerse cae la segunda o tercera lluvia, cosa que sucede frecuentemente en épocas de invernales, donde las lluvias se producen una a continuación de la otra, impidiendo a los caminos recuperarse y transformándolos en intransitables.

Esto ocurre en toda la Pampa Húmeda, socialmente el problema afecta a todos los habitantes por igual, pero esta zona al tener una producción agrícola-ganadera muy importante, se justifica buscar el método para que la solución sea rápida, efectiva, duradera en el tiempo y de mínimo mantenimiento.

Volviendo a Venado Tuerto, la necesidad del mejoramiento de los caminos provinciales, de los caminos reales, de los caminos que acceden desde las Rutas hacia los grandes establecimientos, de los caminos de tercera categoría que muchas veces llevan a las escuelas, almacenes de campo o a los pequeños centros asistenciales, es sustancial.

### **3.4.2 Descripción de la zona del camino en estudio**

Para realizar nuestro estudio hemos tomado, una porción importante del Distrito de Venado Tuerto identificada como la zona 4 del CoCoSOR, cuyos límites están:

- ✓ al norte por la Ruta Provincial 4S (desde su intersección con la RN8 hasta la Ruta 7S), de allí hacia el sur por la RP7S hasta el camino de El Puesto Blanco y por este camino hasta interceptar el límite de distrito;
- ✓ al oeste por el camino del límite de distrito (San Eduardo), conocido como el de la Estancia La Bendición (desde el camino La Bendición hasta el límite de distrito – Campo Los Jagueles y La Barrancosa en el distrito María Teresa),
- ✓ el límite sur de la Zona 4, discurre por el límite del distrito María Teresa dentro de campos privados (Los Jagueles, La Barrancosa, Lesser, Cataldi, Barbareschi) hasta el límite con el distrito Santa Isabel Estancia Magnasco, de allí hacia el norte por límite de distrito Santa Isabel (campos Barbareschi, Vidal, Grendene, Mimiza, Alvado, Estancias Magnasco y La Rinconada hasta el camino del KM 353 RN8, luego por este camino hacia el este, hasta interceptar la RN8.
- ✓ al este linda con la RN8 desde el KM 353 hasta su intercepción hacia el norte con RP4S.

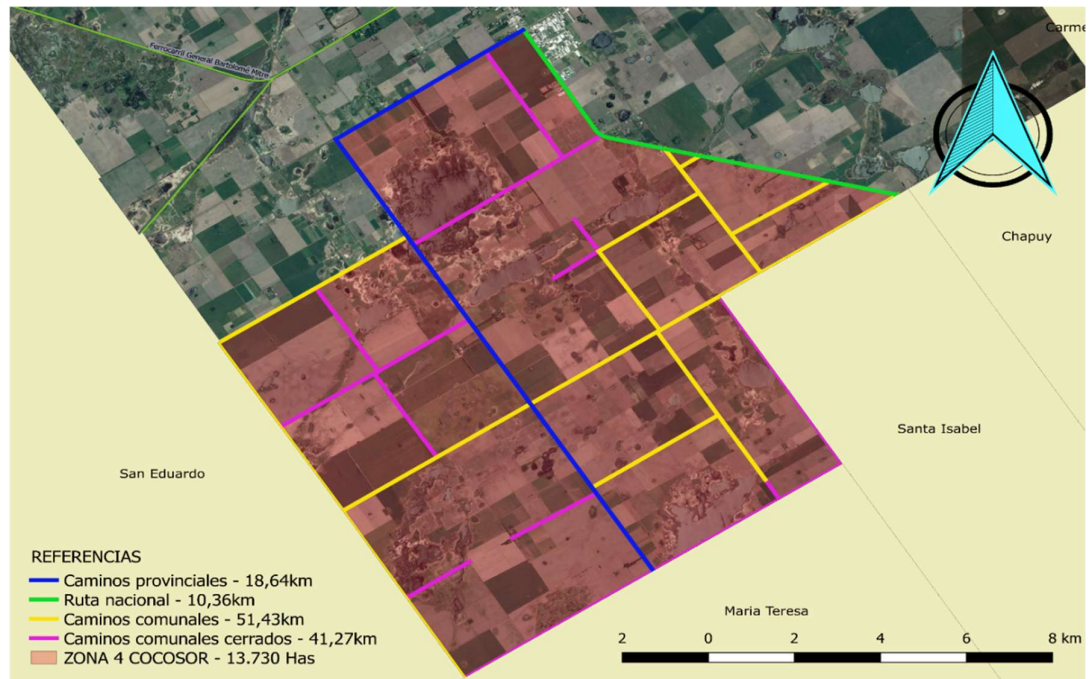


Figura 11 – Zona 4 Cocosor

La superficie aproximada calculada a través de las planchetas catastrales es de 13.730 Has. En esta zona discurren una serie de canales que serán detallados en el Capítulo 4.5 – Dinámica Hídrica Superficial.

### 3.4.3 Inventario de la Red Vial de la Zona 4 del Cocosor

El inventario de la red vial de la zona 4 del CoCoSOR puede leerse en la **Tabla**, y en la **Figura 11**, además puede advertirse un trabajo de observación y relevamiento en la Ficha del Camino. Ver Anexo 4.1.

La longitud de red vial<sup>4</sup> total de la zona 4 es de 118,41 km de los cuales 10,37 km (8,76 %), corresponden a Rutas Nacionales, 18,66 km (15,76 %) a Rutas Provinciales y 89,37 km (74,58 %), a Caminos Comunales.

De un análisis primario (a verificar), existen 80,46 Km (67,95 %) que están abiertos y 37,95 km (32,05 %), que están cerrados y corresponden en su totalidad a la red municipal

De la red vial abierta, 10,37 km (12,89%) están pavimentados y corresponden en su totalidad a Rutas Nacionales; 5,22 Km (6,49 %) tienen algún tipo de mejorado y corresponden a un porcentaje de los caminos provinciales y 64,86 Km (80,62 %) son de tierra y corresponden a un porcentaje de las Rutas Provinciales y a la totalidad de los caminos comunales.

Zona	Superficie <sup>5</sup> (has)	Longitud de Caminos Abiertos (km)	Longitud de Caminos Comunales (km)
4	13.730,00	80,46	118,41
	Densidad (km/has)	0,006	0,009

Tabla 4 – Densidad de Caminos en Zona 4

<sup>4</sup> Las longitudes son aproximadas y ya que algunos de ellos son compartidos con otras zonas

<sup>5</sup> En este cuadro se ha colocado la superficie total de la zona, cuando en realidad debiera colocarse la superficie imponible sujeta al cobro de la Tasa de la Red Vial (o sea descontada la superficie que no tributa esta ya sea caminos, o fundos pertenecientes al estado nacional, provincial o municipal, etc.)



Red Vial Zona 4 - Zona 4 - Cocosor - Ciudad de Venado Tuerto												
Descripcion Inventario			Longitud por Jurisdiccion (km)			Longitud por Situacion (km)			Longitud de la Red Vial Abierta (km)			
Codigo Red Vial	Categoria	Denominacion	Tramo Inicial	Tramo Final	Rutas Nacionales	Rutas Provinciales	Caminos Comunales	Abierto	Cerrado	Pavimentado	Mejorado	Tierra
RN8	Ruta Nacional	Ruta Nacional N°8	CM-001-Z4	RP4S	10,373			10,373	0,000			
RP7S	Ruta Provincial	Ruta Provincial 4S	RN8	RP7S		5,224		5,224	0,000		5,224	13,441
CM-001-Z4	Ruta Provincial	Ruta Provincial 7S	RP4S	CM-003-Z4		13,441		13,441	0,000			15,305
CM-002-Z4	Camino Comunal	Bajada KM 353	RN8	CM-077-Z4			15,305	15,305	0,000			3,456
CM-003-Z4	Camino Comunal	Camino Alvado	CM-075-Z4	CM-077-Z4			7,486	3,456	4,030			0,000
CM-004-Z4	Camino Comunal	Camino Interdistrital	CM-072-Z4	CM-077-Z4			10,396	0,000	10,396			0,000
CM-005-Z4	Camino Comunal	Bajada KM 355	RN8	CM-071-Z4			2,673	2,673	0,000			2,673
CM-006-Z4	Camino Comunal	Camino de Agataura	CM-074-Z4	Campo			1,276	0,000	1,276			0,000
CM-007-Z4	Camino Comunal	Bajada KM xxx	CM-071-Z4	Campo			9,253	2,788	6,465			2,788
CM-008-Z4	Camino Comunal	Calle Alem	RN8	CM-071-Z4			5,196	0,572	0,000			0,572
CM-071-Z4	Camino Comunal	Camino limite Santa Isabel	RP7S	CM-077-Z4			3,927	5,196	0,000			5,196
CM-072-Z4	Camino Comunal	Camino limite Santa Isabel	RN8	CM-001-Z4			5,202	3,927	0,000			3,927
CM-073-Z4	Camino Comunal		CM-003-Z4	CM-001-Z4			3,740	0,000	3,740			0,000
CM-074-Z4	Camino Comunal		CM-008-Z4	RP4S			3,497	0,000	3,497			0,000
CM-075-Z4	Camino Comunal	Camino de la Escondida	CM-001-Z4	CM-001-Z4			5,190	4,589	0,601			2,503
CM-076-Z4	Camino Comunal	Camino limite San Eduardo	CM-001-Z4	CM-008-Z4			5,243	0,000	5,243			4,589
CM-077-Z4	Camino Comunal	Camino Interdistrital	CM-003-Z4	CM-008-Z4			10,416	10,416	0,000			10,416
<b>Totales</b>												
					10,373	18,665	89,372	80,463	37,947	10,373	5,224	64,866
					8,76%	15,76%	75,48%	67,95%	32,05%	12,89%	6,49%	80,62%
					118,410		118,410		118,410		80,463	

Tabla 5- Inventario de la Red Vial de la Zona 4 - CoCoSOR

### **3.5 Dinámica hídrica superficial**

#### **3.5.1 Introducción**

A partir de la segunda mitad del año 2015 se sucedieron importantes lluvias en la región, algunas de carácter excepcional, que ocasionaron graves inconvenientes a numerosas localidades (Murphy, María Teresa, La Chispa, y algunos sectores de Venado Tuerto), el corte temporal de la Ruta Nacional N° 33 y numerosas rutas y caminos provinciales, siendo los más importantes en esta zona la Ruta Provincial 4-S a la altura del Empalme, generando problemas en el acceso a la localidad de San Eduardo y la Ruta Provincial 7-S que se encuentra anegada en dos sectores, a la altura de la laguna La Victoria y en la zona de la laguna Lesser Cataldi, en el límite con el distrito María Teresa.

Particularmente la parte alta de la cuenca, conocida como “Las Encadenadas”, con una superficie de 870 km<sup>2</sup> aproximadamente, en la inundación registrada del año 2001, ve agravada su situación debida, fundamentalmente, al aumento de su área en 560 Km<sup>2</sup>, con la conexión a la misma de las cuencas San Eduardo y Maggiolo.

La gran cantidad de canales no autorizados dentro de propiedades privadas, la falta de regulación de los canales Maggiolo y San Eduardo y la falta de culminación del canal aliviador Agataura, han llevado a que sectores de la cuenca con menos capacidad de almacenamiento, como son las lagunas ubicadas al sur de la Ruta provincial 4S como por ejemplo la Victoria y Chapalco, Agataura, Mimiza, Potrero de Santa María, etc., alcancen mayores niveles de agua.

Toda esta situación, obliga a repensar el comportamiento hídrico de la región en general y la infraestructura hidráulica y vial del sector medio de la cuenca alta de *Las Encadenadas*, particularmente en las inmediaciones del paraje conocido como *El Empalme*, en las inmediaciones de la ciudad de Venado Tuerto.

En el año 1995, la municipalidad de Venado Tuerto, a través de la Empresa EVARSA SA, estudió la hidrología de la cuenca de la parte media del río Salado de la provincia de Buenos Aires, las inundaciones del 2001 llevaron a la municipalidad actuante y a las localidades de Maggiolo y San Eduardo en conjunto con la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas, a la construcción de los canales San Eduardo y Maggiolo, además, se propuso la ejecución del Aliviador Agataura.

En este momento urge la necesidad de tomar medidas estructurales y no estructurales sobre la cuenca, ya que de continuar con la intervención antrópica la infraestructura del sector colapsara.

En el ámbito del Comité de Cuenca de las Encadenadas, creado en el año 2015, es necesario que los municipios y comunas que lo componen compatibilicen sus normativas locales con la ley provincial N°

13246 y a la provincia que acelere los tiempos de ejecución del Aliviador Agataura, a su vez que ejecute obras menores que alivien en forma controlada los reservorios naturales ubicados en la cuenca.

Por otra parte, resultará fundamental contar con un Plan Hídrico Integral de la cuenca.

### 3.5.2 Evento Climatológico Extremo

De acuerdo con los datos pluviométricos de lluvias de los últimos 27 años de la Estación Meteorológica del Aeródromo Tomas B. Kenny (**Figura 12**), se puede inferir que el último período de cuatro años (2014-2017) si bien se encuentra dentro de los más lluviosos es menor a otros períodos de similares características.

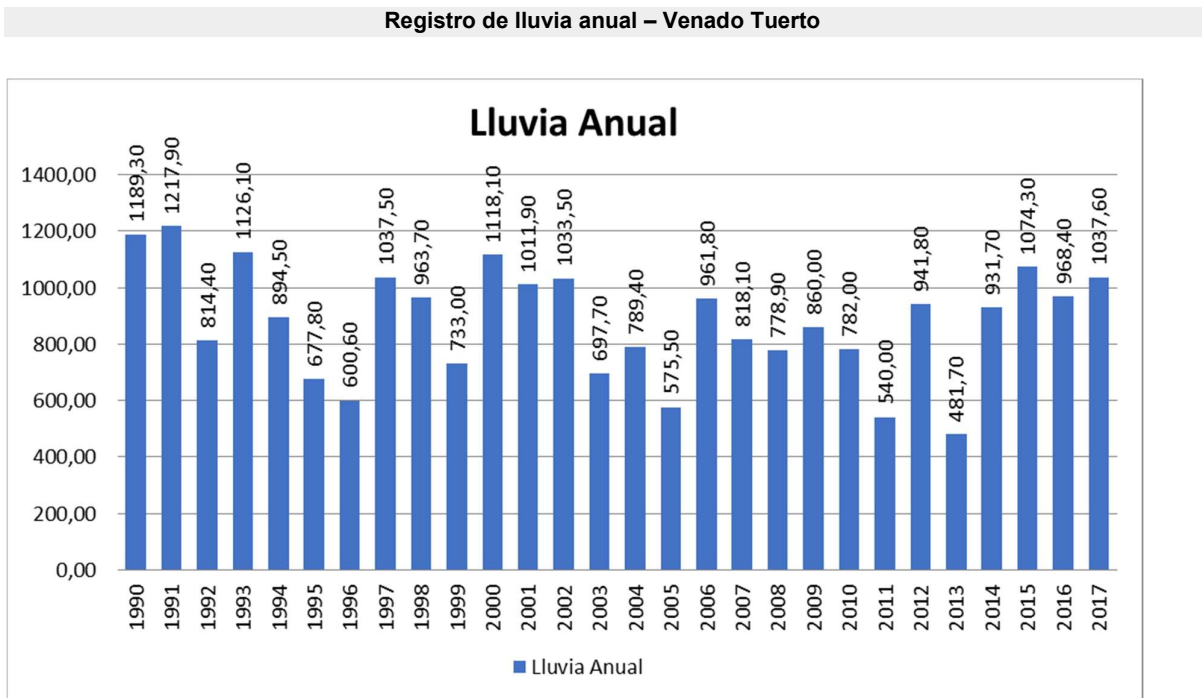


Figura 12 - Registros Pluviométricos de la zona de Venado Tuerto – Estación Meteorológica Aeródromo Tomas B. Kenny

Existen constancias que las lluvias de los últimos años han superado la media histórica de la zona, ello puede inferirse si se toman los períodos de cuatro (4) años más lluviosos de los últimos 27 años (1990-2017)

Período	Lluvia caída	Promedio Medio Anual
Inundación (1990-1993)	4347,70	1086,93
Inundación (1999-2002)	3896,50	974,13
Inundación (2014-2017)	4012,00	1003,00

Tabla 4 – Promedios de lluvias anuales - periodos más lluviosos

Este último período de cuatro años si bien ha sido mayor al de 1999-2012, es menor al de 1990-1993.

Los períodos de lluvias anteriores al último impactaron en una cuenca que prácticamente no tenía obras de canalización importantes ni a nivel público ni privado. Las obras de desagües más importantes fueron construidas a partir del año 2002.

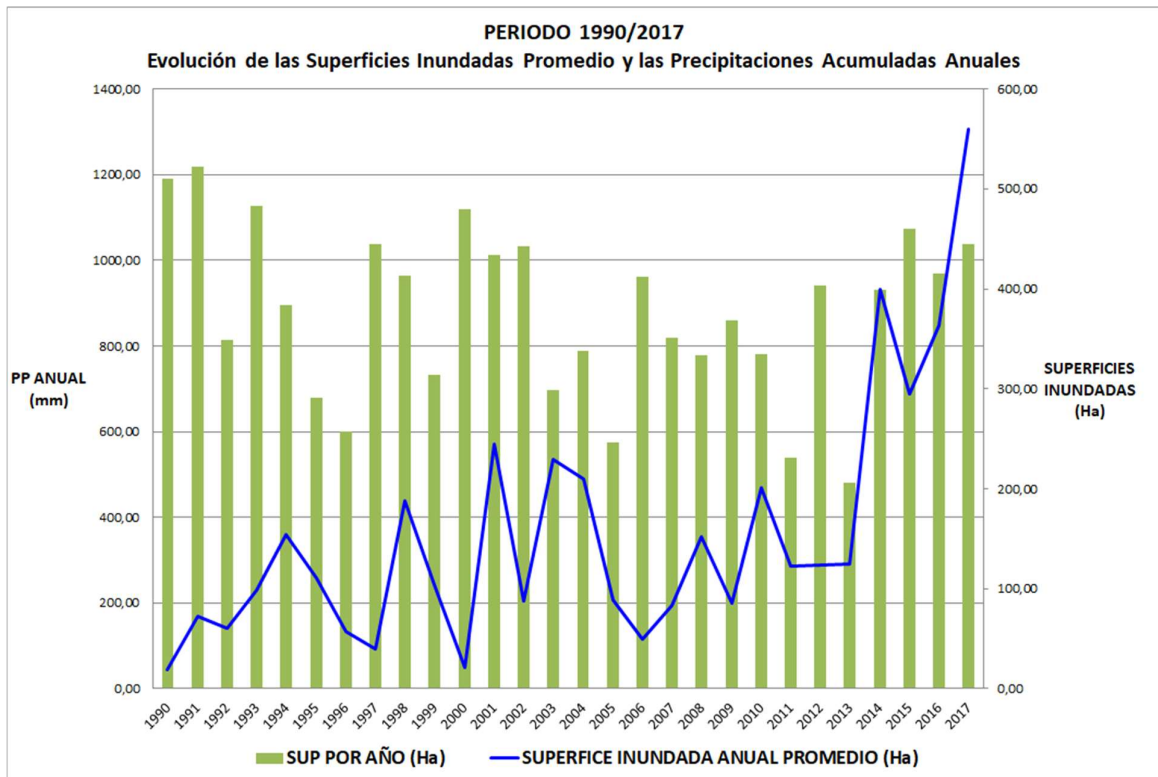


Figura 13 – Evolución de superficies inundadas con respecto a la lluvia caída anual.

En el gráfico de la **Figura 13**, se muestra un estudio realizado sobre un sector de la cuenca Maggiolo Norte, que no es específicamente de la zona 4 del CoCoSOR, pero se puede tomar como representativo de la cuenca general. Allí se observa como con lluvias de similares características entre los períodos mencionados el impacto de la superficie inundada es mayor.

En el gráfico de la **Figura 14**, los picos de superficies inundadas corresponden a las imágenes 77 y 89 que refieren al 23 de mayo de 2014 y al 31 de mayo de 2017 respectivamente y corresponden a una superficie inundada de 685,89 y 687,42 has.

Los motivos de un impacto mayor en la cuenca para el último período observado son varios a saber:

- a) Lluvias superiores a la media.
- b) Una mayor densificación de canales públicos y privados que llevaron a aumentar la superficie de la cuenca general en más del 60%.



- c) Una posición de la napa demasiado elevada con respecto al terreno natural que no permite la infiltración, es decir, una condición de suelo sobresaturado, previa a las lluvias, provocada, fundamentalmente, por la recarga del acuífero debido a las lluvias en la provincia de Córdoba un año anterior y, además, por las prácticas del manejo del suelo agrícola de los últimos 15 años.

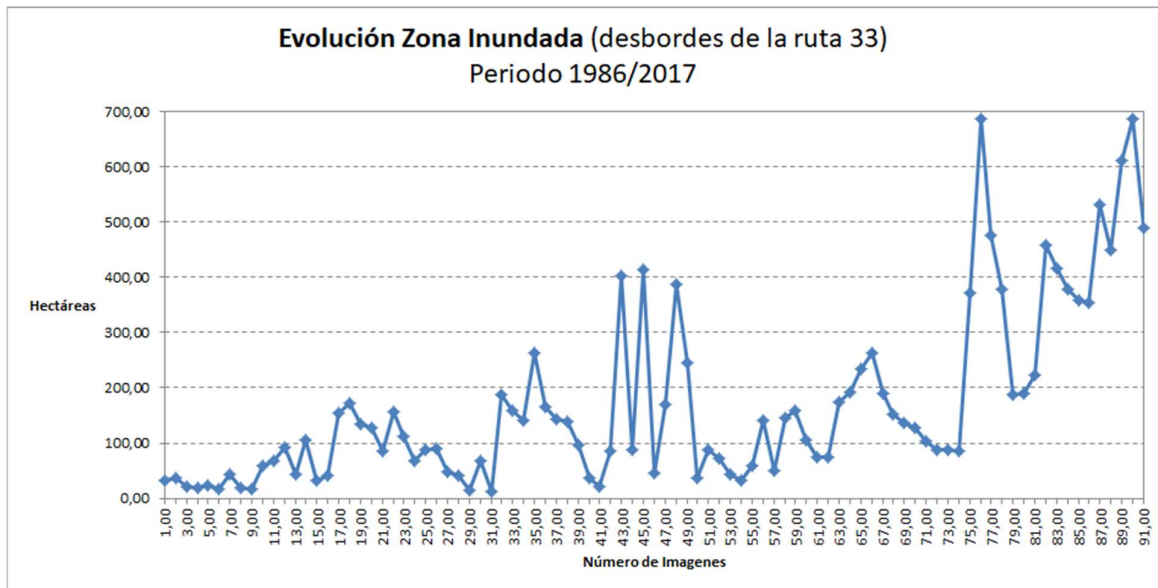


Figura 14 – Evolución de superficies inundadas con respecto a la observación de las imágenes satelitales observadas.

### 3.5.3 La Hidrología de la Zona 4 del CoCoSOR - Microcuencas

#### a) Cuencas Hidrográficas

Morfológicamente es un área suavemente quebrada, atravesada por pequeños cursos de agua bastante bien canalizados que raramente tiene desbordes, haciendo que los campos mantengan su máxima superficie en explotación.

El sector tiene su avenamiento hacia la laguna La Diosa (oeste), previo paso por la Laguna Agataura y Mimiza. A esta última laguna, perteneciente al sistema de escurrimiento SO de la Ciudad de Venado Tuerto, confluyen dos sistemas:

- a) Por el norte las Cuencas La Victoria, Maggiolo, San Eduardo, Chapalco y Agataura con un área total de aporte de 686,300 Km<sup>2</sup>
- b) Por el sur la Cuenca La Barrancosa – Lesser – Cataldi – Mimiza con un área de aporte de 158,00 Km<sup>2</sup>.

Por ende, la superficie de aporte total es de 844,30 Km<sup>2</sup>



Cuenca de Avenamiento Laguna La Diosa (oeste)			
C48A – OS02	Cuenca Vertiente Suroeste	686,30 Km <sup>2</sup>	53,19 %
C48A – OS03	Cuenca Vertiente Sur	158,00 Km <sup>2</sup>	12,25 %
	Superficie Cuenca superior del Brazo Norte de la Cuenca del Rio Salado Bs.As. (Las Encadenadas) – Actual	<b>844,30 Km<sup>2</sup></b>	<b>100,00 %</b>

Tabla 5 - Superficies de Cuencas de Avenamiento a la Laguna La Diosa (oeste) – Zona 4 CoCoSOR

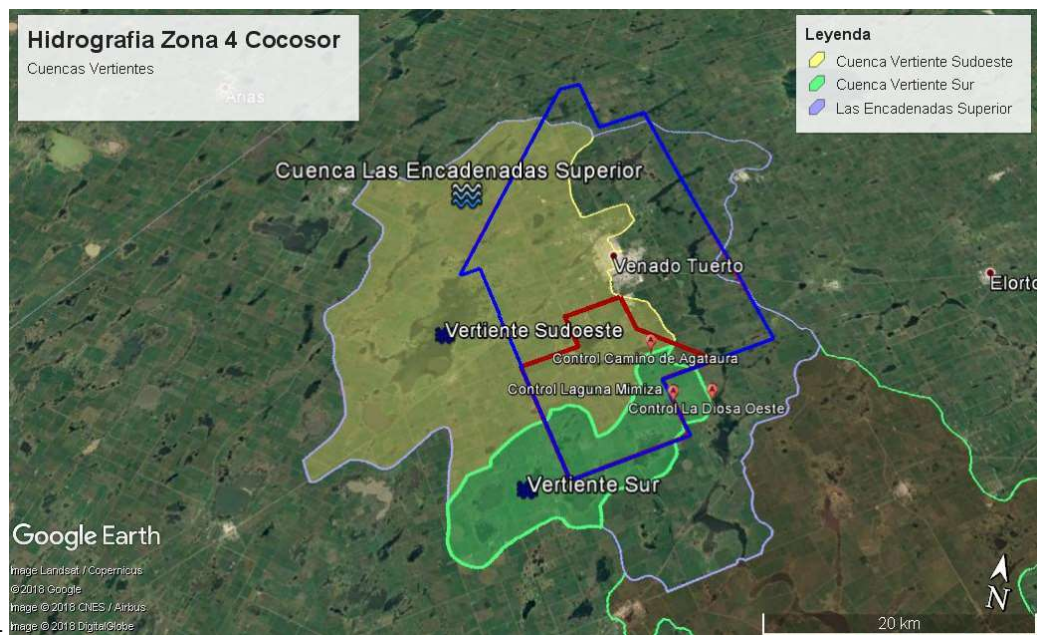


Figura 15 – Cuencas de Aporte a la Laguna de Mimiza – Zona 4 CoCoSOR

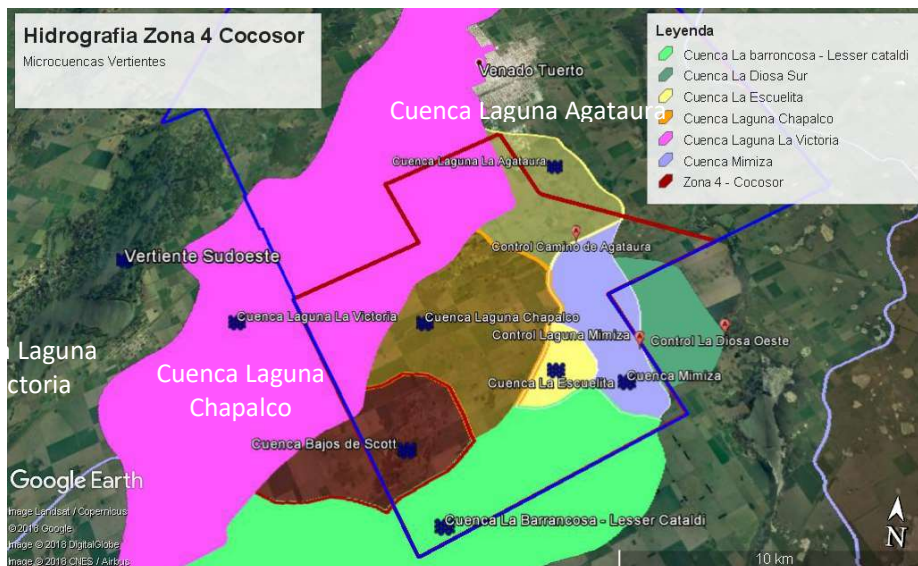


Figura 16 - Cuencas en detalle de la Zona 4 del CoCoSOR

## b) Análisis de impacto de las lluvias 2001-2002 y 2015-2016

En un análisis de imágenes de referencia geográfica mediante imágenes Landsat 8 OLI – Composición Color Natural, y se ha realizado una comparación entre la inundación del 2001 y la actual, tomándose como fechas de referencia:

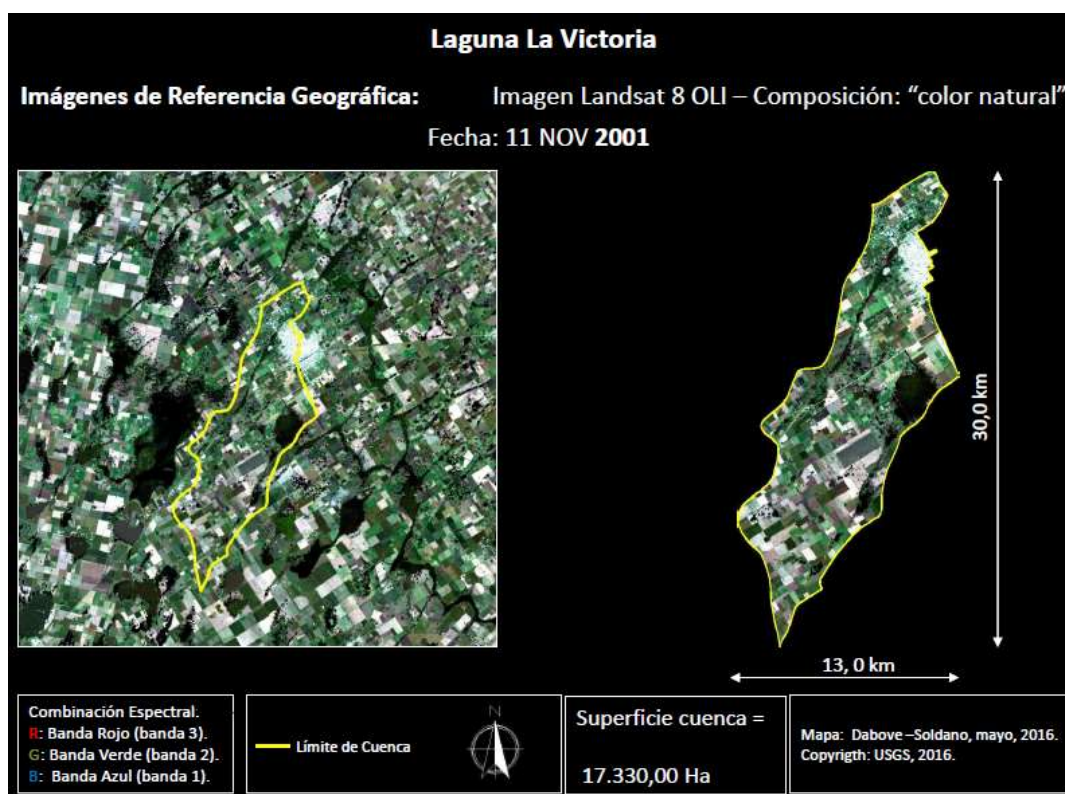
- 11 de noviembre de 2001
- 08 de abril de 2015
- 30 de agosto de 2015
- 26 de abril de 2016

Dicha comparación se realizó para las seis cuencas que se analizaron aquí y de las cuales, en el presente escrito se acompaña, a modo de ejemplo, la correspondiente a la cuenca “*laguna La Victoria*”.

Para cada cuenca, en la fecha especificada, se realizó una clasificación espectral de la imagen donde se estableció:

- La máscara de agua en superficie
- La máscara de encharcamiento

Pudiéndose obtener de esta manera la superficie anegada









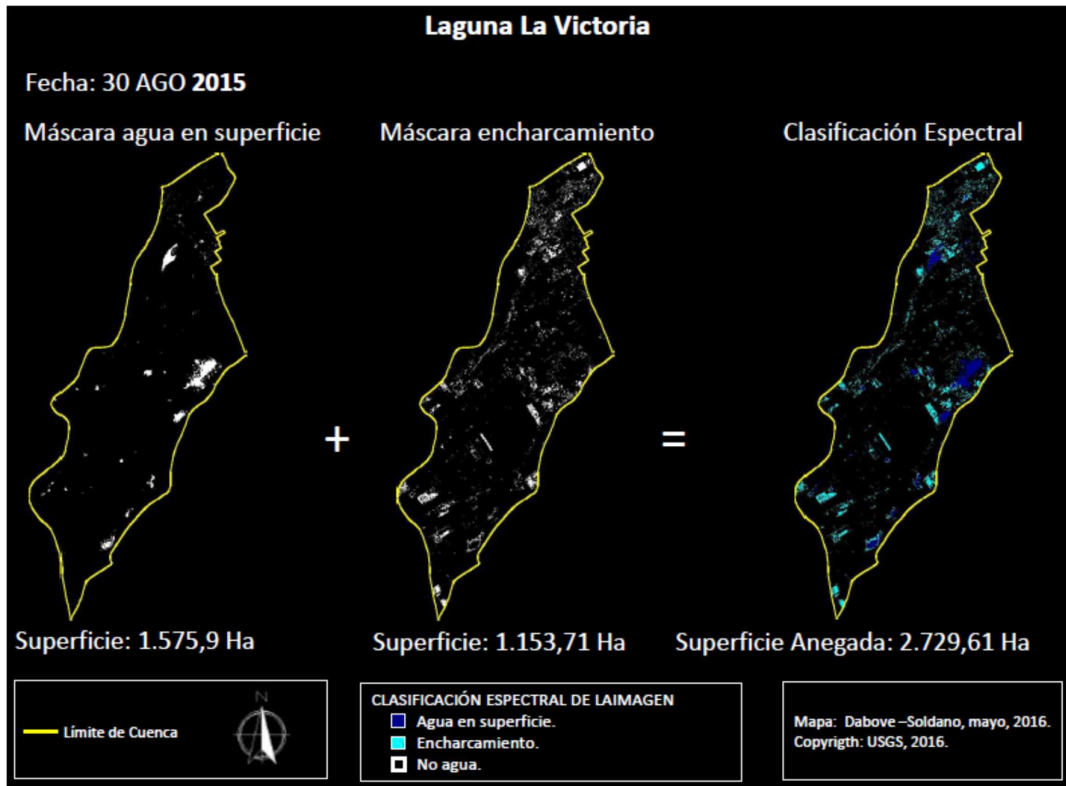
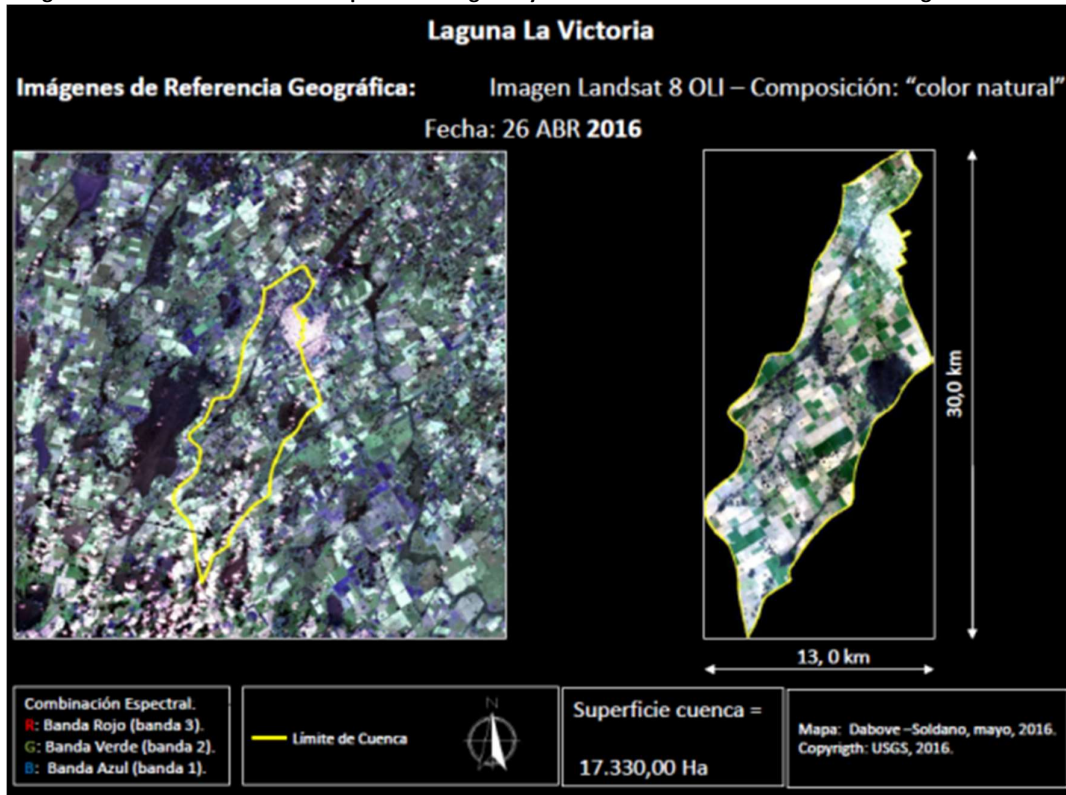


Figura 19 – Cuenca La Victoria – Superficies anegadas y encharcadas - Zona 4 CoCoSOR – 30 de agosto de 2015





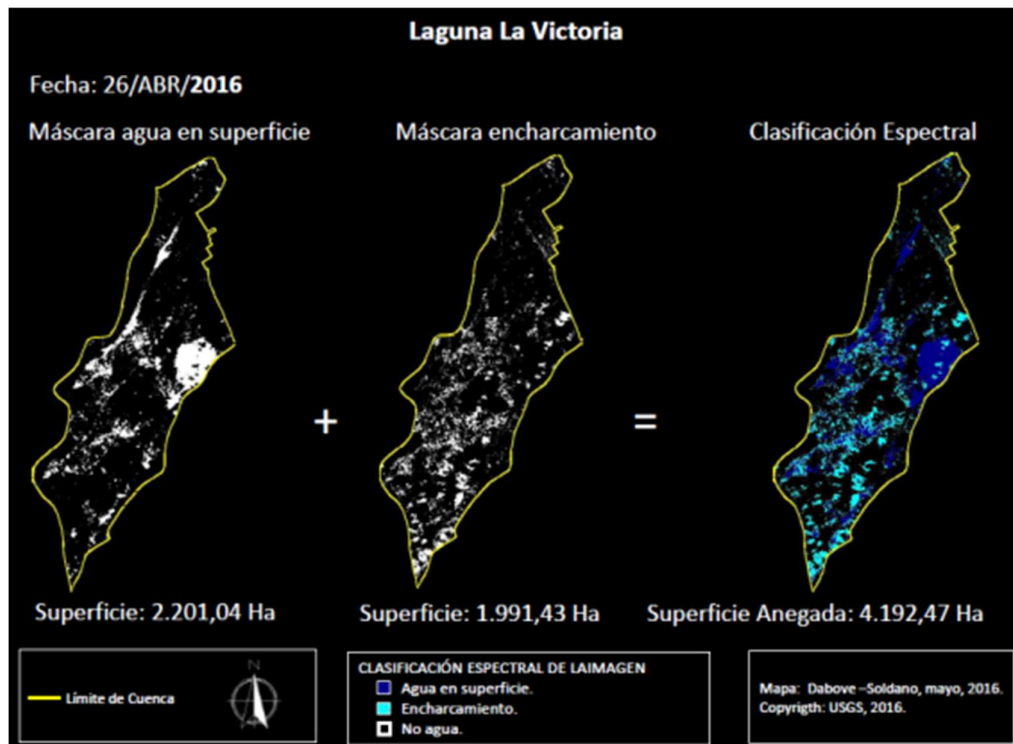


Figura 20 – Cuenca La Victoria – Superficies anegadas y encharcadas - Zona 4 CoCoSOR – 16 de abril de 2016

Por último, el cuadro resumen realiza una comparación de los anegamientos en la cuenca mencionada tomando una referencia con la inundación del 2001 y una referencia con la superficie total de la cuenca.



Tabla 6 - Resumen de Superficies anegadas por fecha en laguna La Victoria – Zona 4 CoCoSOR

- La superficie total anegada de la cuenca Laguna La Victoria en el 2001-2002 fue de un 18,17 % y en 2015-2016 alcanzó el 24,19 % de la cuenca con una superficie total de 17.330 has.
- La superficie total anegada para todas las cuencas, tanto en el 2001-2002 como 2015-2016 alcanzó el 30 % de la cuenca con una superficie total anegada y encharcada de 70.780 has, sin contar el complejo La Barrancosa Lesser-Cataldi.
- La superficie anegada de la cuenca agregada (San Eduardo y Maggiolo) en 2001 fue del 38,00 % de la totalidad de esta, sin la presencia de los canales de salida Maggiolo y San Eduardo. En 2016 la cuenca llegó a ocupar un máximo del 32,92 %, ello obedece a dos factores, la menor agua caída y los canales de salida construidos. Habría que realizar los análisis para mayo-junio 2017, ya que, continuó lloviendo sobre el sector.
- En contraposición la cuenca original (La Victoria y Chapalco) en 2001, tuvo una superficie anegada del 19,47 % de su totalidad y en 2016 ocupó una superficie del 25,30 %, o sea, a pesar de que llovió un 20 % menos, la superficie anegada creció un 5 % y ello se debe a la presencia de los dos canales de llegada que sobrepasan la capacidad de los canales de salida.
- La superficie anegada de la Cuenca Maggiolo Norte prácticamente no ha tenido variación entre el 2001-2002 y el 2015-2016.
- La cuenca *Maggiolo Sur A* ha tenido una disminución del 4 % entre ambos períodos.
- La cuenca *Maggiolo Sur A1* ha crecido con respecto al 2001-2002 un 6,76 % por ende el canal construido puede haber tenido un efecto contrario y parte del agua de la cuenca Maggiolo Sur A pudo haber derramado hacia la misma.
- Es notable la disminución de la superficie anegada de la cuenca San Eduardo entre 2001-2002 y 2015-2016 hay un 14 % menos con agua, ello obedece fundamentalmente a la falta de regulación que tiene en la salida la misma. Situación descrita en el planteo de problemas para la cuenca mencionada.

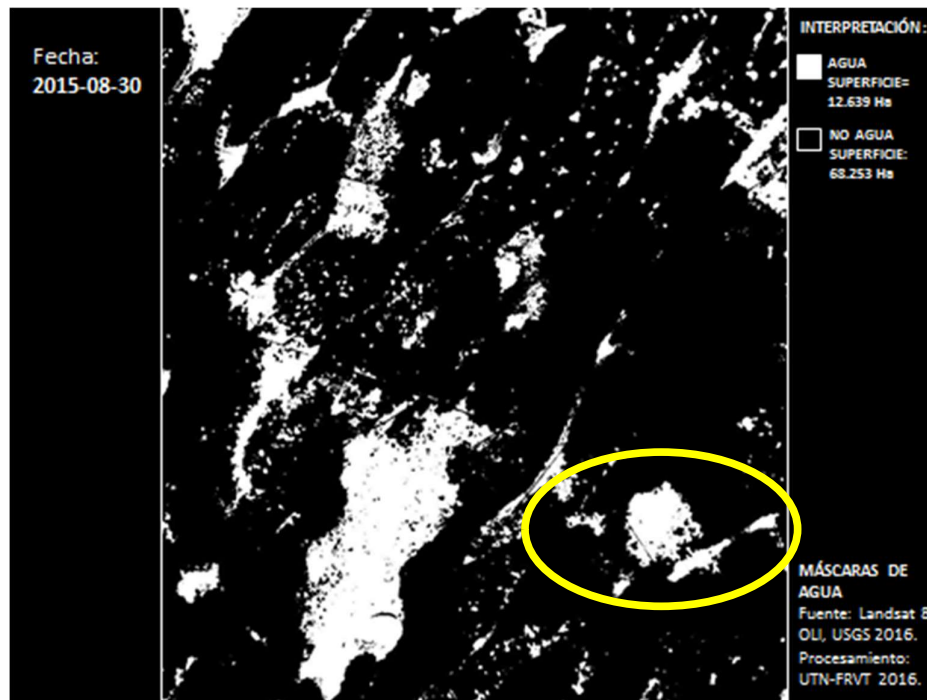


Figura 21 - Mascara de agua sobre las lagunas La Victoria, Chapalco y Agataura

La siguiente imagen satelital muestra con claridad que este problema es recurrente, ya que, en una serie de 27 años, un 20 % del tiempo, o sea, cerca de 5 años este fenómeno se repitió, con las consecuentes pérdidas económicas para los afectados.

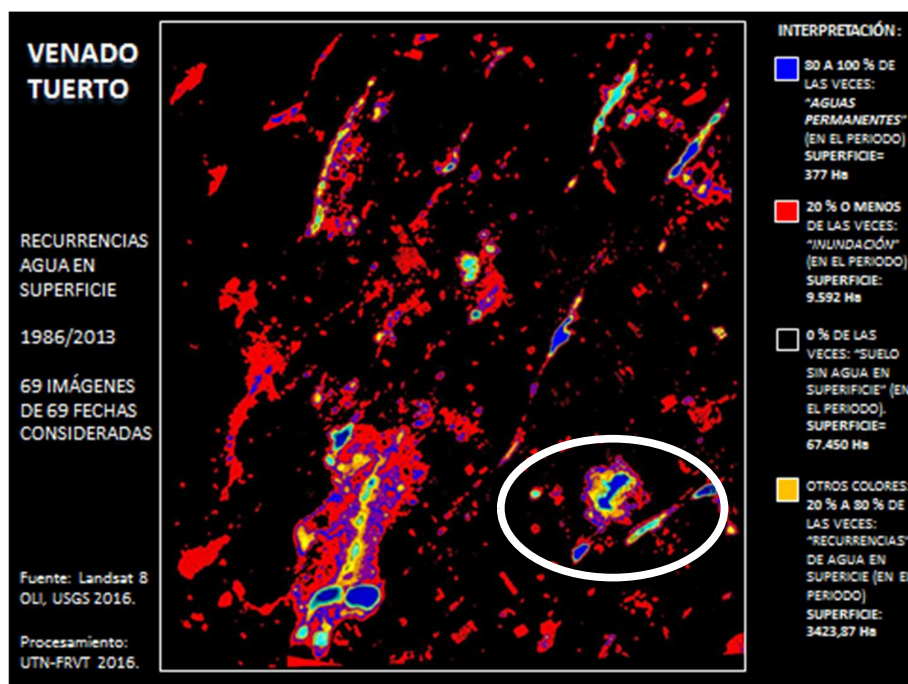


Figura 22 – Mapa de Recurrencia en Superficie Zona de Venado Tuerto



### **c) Situación de la cuenca y planteo de problemas**

Por otra parte, la cuenca de las Encadenadas, cuando se producen estas lluvias (2015 y 2016), estaba con un grado de saturación del suelo importante producto de las lluvias producidas (superiores a los 1200 mm), durante los años 2012 y 2014. Esto implica que la cuenca pudo absorber muy poca agua por infiltración, lo cual obligó a escurrir superficialmente un alto porcentaje de la lluvia hacia los cursos de agua, aumentando significativamente los caudales de descarga de estos. Esto se observó claramente en el embalse de la laguna San Eduardo que alcanzó su nivel máximo, desbordando sobre el camino comunal que es su punto de control.

Toda esta situación provocó que cuando se producen las lluvias de enero/mayo 2015 (660 mm), los canales encontraran a los reservorios naturales (lagunas de la cuenca), en un nivel muy alto. Es entonces que el agua de lluvia al no poder ser captada por los bajos naturales comienza a escurrir superficialmente hacia el punto más bajo de la cuenca, cortando la Ruta Nacional N°33, poniendo en peligro a la Ruta Nacional N°8, cortando esporádicamente la RP4S y permanentemente la RP7S, destrozando caminos e instalaciones y casas rurales. Esta condición se dio prácticamente en toda la traza, pero se agravo notablemente en la parte de confluencia de los canales principales en la zona del Empalme impactando notablemente en las lagunas situadas al sur “La Victoria, Chapalco, Agataura y Mimiza”.

### **d) Informe de la Municipalidad de Venado Tuerto en mayo 2015**

En mayo de 2015, la Municipalidad de Venado Tuerto, realiza un informe del estado de situación de la cuenca, tal informe es remitido a la DPOH y a la Sociedad Rural de Venado Tuerto, del mencionado escrito, pueden extraerse como importante para el análisis de la cuenca, lo siguiente, teniendo en cuenta que en abril y mayo de 2017 la situación empeoró notablemente:

#### ***I. Protección de Localidades.***

*Hasta el momento las prioridades se basaron en establecer la comunicación de la localidad de San Eduardo, alteando y entubando la Ruta Provincial 4S a la altura de El Empalme en el distrito Venado Tuerto. Esta situación ya se planteó en el año 2014, y está claro que lo ejecutado no cumplió con su función ya que no se ha podido contener al sistema en este punto, habida cuenta de la carga hidráulica de la cuenca alta del mismo.*

*Este embalse está produciendo el endicamiento del agua sobre el camino provincial mencionado y sobre las vías del FFCC, aumentando la cota de agua sobre el sistema de la Laguna del Basural en la Ciudad de Venado Tuerto, la cual, ha llegado a la COTA 108,10 SNM, poniendo en riesgo de inundación a los barrios San Vicente y Juan XXIII de la ciudad de Venado Tuerto e inundando campos entre la Ruta Provincial y El Basural (Semperena, Salio, Gallo, etc., poniendo en riesgo sus viviendas (algunas ya están inundadas) y cortando caminos vecinales.*

## **II. Estado de las Vías de Comunicación.**

### **Ruta Nacional N° 8:**

- a) RN8 **KM 381**, a la altura del Campo Bonrad, pasando el Peaje se encuentra todavía sin riesgo pues el canal de la Estancia María Amelia funciona normalmente, pero enviando el agua sin control al canal Maggiolo (no hay caminos públicos de regulación entre la RN8 y las vías del FFCC a Maggiolo).
- b) RN8 **KM 378** a la altura del Campo Giordana y **KM 375** a la altura del campamento DNV (hoy corredor central) se encuentra sin riesgo, el canal de la Estancia EL CHUECO funciona normalmente, pero enviando el agua sin control al canal Maggiolo. Se debería verificar si en este último no está ingresando el agua hacia la RN8. Los caminos públicos de regulación entre la RN8 y las vías del FFCC se encuentran cortados y el agua pasando por arriba sin control.
- c) RN8 **KM 352** a la altura del campo TARDINI (SISTEMA DEL HINOJO) funciona en bajante; esto indica que el sistema se encuentra regulado a pesar de cantidad de agua existente *aguas arriba* de la RN33 lagunas MEIER, GARGANTINI y LANDABURU.

### **Ruta Nacional N° 33**

- d) **RN33 KM 639** a la altura del peaje se registra una subida por la presión del agua de las cuencas LA CHISPA VIEJA y MURPHY.

### **Ruta Provincial N° 14**

- e) **RP14** a la altura de la curva de Runciman se encuentra próxima a cortarse por la presión del agua del sistema VENADO TUERTO, MAGGIOLO, SAN EDUARDO, según últimas informaciones, el agua ha pasado por encima de las vías del FFCC María Teresa – Chapuis.

### **Ruta Provincial N° 75**

- f) **RP75** a la altura de la laguna LA VICTORIA se encuentra cortada en más de 1500 metros por ende el agua está pasando sin control.
- g) **RP75** a la altura de la laguna del Campo LESSER en el distrito María Teresa se encuentra cortada en más de 100 m, pero el sistema funciona estable sobre las lagunas de la BARRANCOSA, LESSER, CATALDI y MIMIZA y su entrada a MAGNASCO, no habiendo cortado el camino comunal aguas abajo hasta el momento.

### **Ruta Provincial N° 4S**

- h) RP 4S cortada a la altura del EMPALME, con riesgo permanente de corte a la altura del Campo SEMPERENA-ZALIO, por ese PUNTO está pasando una cuenca inundada de casi 16.000 Has de los distritos Maggiolo y San Eduardo y en menor medida del distrito Venado Tuerto.
- i) RP 4S próxima cortarse en la curva de GARDEÑES por el aporte incesante de un canal, que llega desde el SUR de la localidad de San Eduardo y desemboca en la mencionada Ruta Provincial en el distrito San Eduardo.
- j) Son innumerables los caminos comunales terciarios cortados en esta zona quedando muchos productores incomunicados y con sus campos inundados y algunas viviendas bajo agua.

### **III. Cuencas del sistema.**

**SISTEMA DEL BASURAL (Venado Tuerto):** La laguna del Basural se encuentra subiendo su nivel por el endicamiento y presión a la altura de la zona del EMPALME por aporte de los sistemas de Venado Tuerto en menor medida y de Maggiolo y San Eduardo en su mayor medida. El único regulador que todavía funciona es la calle 132 (Hipódromo a la altura de los campos Bettés y Puck), los otros se encuentran todos rebasados (Brown, J. Newbery y Camino del Empalme).

**SISTEMA DE LA ESTANCIA EL CHUECO, NIDERA - GIORDANA:** se encuentra estable, pero con sus reguladores cortados, camino de NIDERA y camino de la ESTACION EXPERIMENTAL, CAMINO de SALIDA DEL SEMILLERO, por ende, el agua estaría entrando sin control al canal Maggiolo, pero bien podría estar funcionando al revés debido a la carga hidráulica del sistema.

**SISTEMA ESTANCIA MARIA AMELIA – RN 8:** gran cantidad de agua aportante del sistema desde el este por los campos Bonrad, Sgallero etc., desembocan sin control al canal Maggiolo

**SISTEMA BURGUÉS :** Es un canal que se ha extendido muy adentro del distrito Maggiolo desemboca en el canal Maggiolo, haciendo que el agua regulada por las alcantarillas del FFCC a la altura de la RN33 KM 621, rebalsen el canal produciendo que el agua acumulada al Oeste de las vías del FFCC y del RN 33 estén drenando por alcantarillas (KM 619 y KM 617), de esta última ruta ubicadas al oeste de las vías directamente a la Laguna de San Eduardo.

**LAGUNA SAN EDUARDO:** recibe el aporte de agua del desborde del canal Maggiolo a la altura del campo Ghenghini, y de otro campo ubicado más al sur a unos 700 metros.

Recibe agua del sistema Maggiolo por las alcantarillas de la RN 33 KM 619 y KM 617, no se llegó a verificar la entrada de agua de lagunas al oeste de la RN33 a la altura de la curva de Sancti Spíritus KM 602 de la RN33.

Existen gran cantidad de canales en los campos Ghenghini, Chiavasa, La Plana, La Central, etc., en la parte alta de la laguna San Eduardo. Existen otras lagunas al Sur que no se han podido verificar su conexión a la misma.

Las salidas de la laguna San Eduardo hoy en día ocurren por dos puntos

- a) Desembocadura del canal, si bien la calle del cementerio se encuentra cortada el canal de salida no se encuentra rebalsado por la línea de bajos del campo aledaños en su primer tramo. Dicho canal se encuentra desbordado en el deslinde de distrito de Venado Tuerto, al Norte de las vías del FFCC, ingresando el agua por los campos y el camino viejo de la vía, a la zona del empalme, cortando el camino del Deslinde y el camino de la escuela, ingresando a los campos del empalme. En su ingreso a Venado Tuerto en la curva de Gardeñes en la vera de la Ruta Pcial está recibiendo agua de un canal que deriva agua desde el sur de San Eduardo, que no tiene nada que con la laguna San Eduardo.
- b) El desborde de la laguna a la altura de los Campos Ghenghini y Berrueta que ingresan al canal Maggiolo.



Figura 23 – Camino de Agataura – Julio 2017

**LAGUNAS LA VICTORIA – CHAPALCO - AGATAURA:** completamente desbordadas reciben el aporte de agua de los sistemas anteriores al sur del Empalme que han cortado la Ruta Pcial. 7S y se han unido a las

lagunas inferiores antes de ingresar a AGATAURA- El camino de AGATAURA actualmente se encuentra cortado, y se barrió su regulador al igual que el regulador del ZELJOVICH.

Los aportes a esta laguna que llegan desde el Sur a través de canalizaciones de la Estancia la Unión y se extienden hasta el camino del deslinde a la altura de la Estancia La Bendición, deberían regularse.

El único regulador que ha resistido semejante desastre hidrológico es el puente alcantarilla del camino en estudio denominado puente de Mimiza. Del cual luego se hará un análisis pormenorizado. Cabe aclarar que toda la cuenca superior pasa por este puente alcantarilla.



Figura 24 – Puente de Mimiza – agosto 2017

**LAGUNAS DE LAS ESTANCIAS MAGNASCO:** *Se desbordaron debido a los problemas ocurridos en el sistema aguas arriba poniendo en riesgo a la Ruta Provincial N° 14, en la actualidad en sistema se encuentra en bajante, pero no lo suficiente para soportar las lluvias de primavera.*

#### e) Conclusión preliminar

Conforme a la Información disponible hasta el momento (que fuera en gran medida descripta en el presente informe) y hasta tanto se realice el estudio técnico definitivo, las conclusiones, relativas a las inundaciones padecidas por la cuenca se sintetizan a continuación:

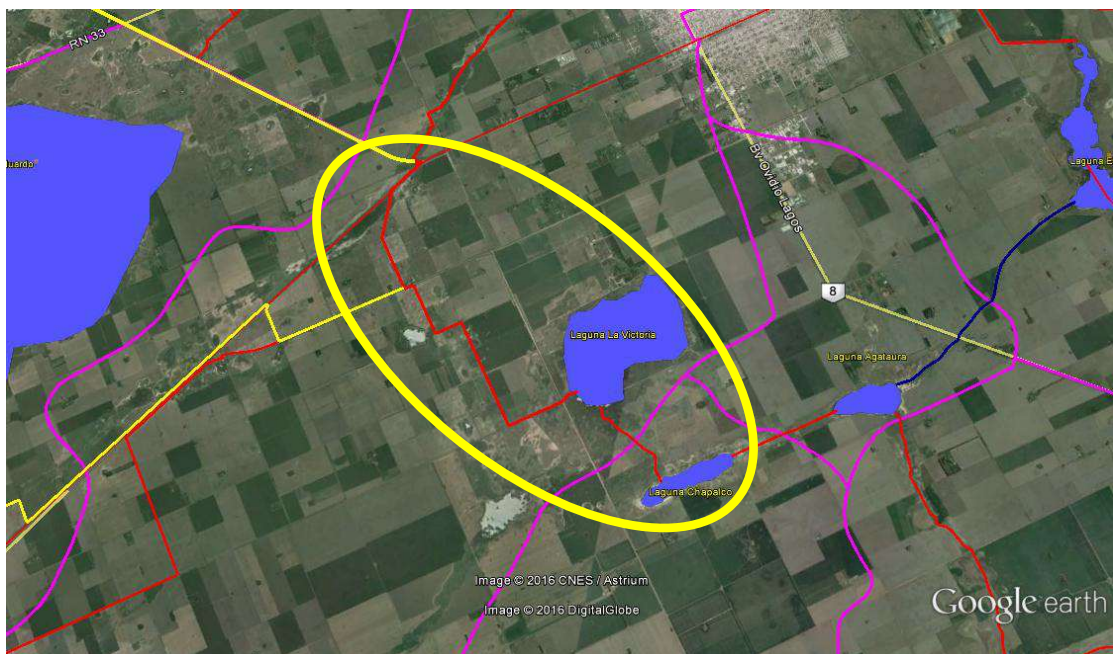
- Precipitaciones. Eventos sustancialmente mayores al del proyecto original realizado por la Empresa Evarsa, en el año 1995. Es la primera vez desde que se tienen registro de precipitaciones que se han producidos lluvias superiores a los 1200 mm en cuatro periodos del último quinquenio (2012-2016).



- La continuidad de lluvias en el tiempo, redujeron sensiblemente la capacidad de almacenamiento de la cuenca y sobrepasaron la capacidad de descarga del canal principal al no estar concluida el aliviador Agataura.
- Falta de regulación en los canales principales por encima del nudo del Empalme.
- La situación planteada llevó al gobierno provincial a declarar la emergencia hídrica para el departamento General López el 02/2015 mediante el decreto provincial 0246/2015, la cual persiste habida cuenta de la prórroga establecida por el decreto N° 0807/2016 y a sentar las bases de creación de un comité de cuenca en septiembre de 2015 mediante el decreto N° 3136/2015.
- A pesar de haberse planteado esta situación en mayo de 2015, casi 18 meses después se han comenzado a ejecutar algunas de las posibles soluciones desde el punto de vista estructura, esto presenta cierta dificultad por estado de anegamiento de la cuenca.

**f) Planteo de problemas detectados.**

- La zona de confluencia de los tres canales (El Basural, Maggiolo y San Eduardo), ubicada en el Empalme (Campo Salio y las lagunas La Victoria y Chapalco), ven sobrepasadas su capacidad de conducción y almacenamiento, poniendo en peligro permanente, viviendas e instalaciones rurales y la ruta 4s acceso a la localidad de San Eduardo.



**Figura 25 – Zona de confluencia de canales principales a la entrada de zona 4 del CoCoSOR**

Esta situación se genera básicamente por el arribo de agua de los sistemas Maggiolo y San Eduardo debido a que se sobrepasan los niveles de almacenamiento de las lagunas al norte de RN33 y de la

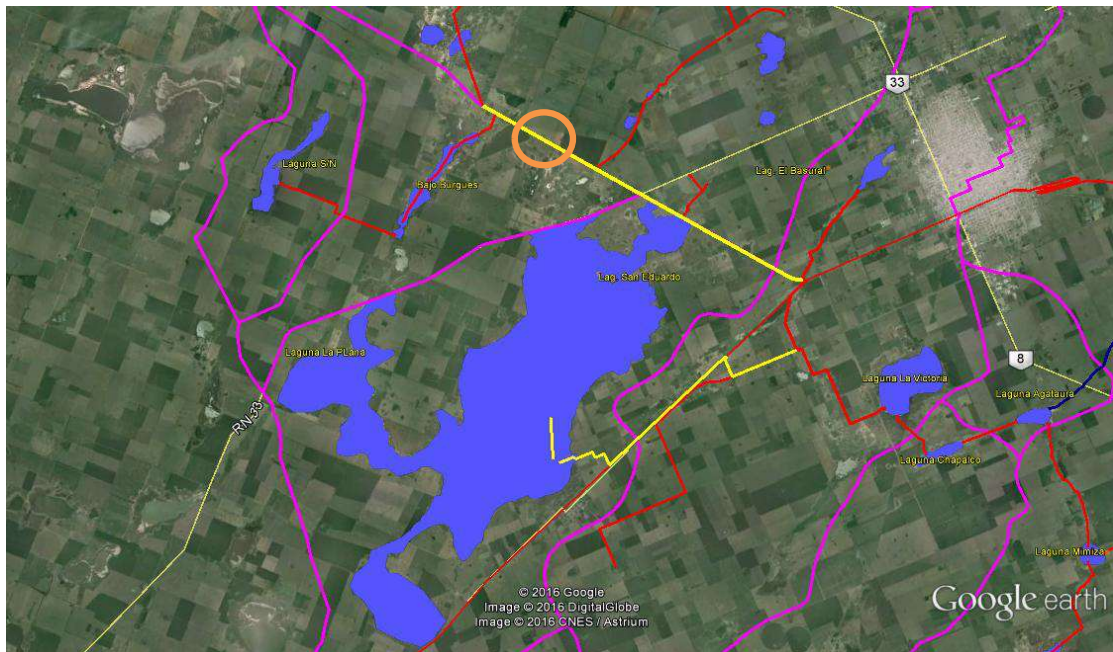
Laguna San Eduardo. Por ende, el frágil equilibrio de la zona de *El Empalme* y de las lagunas mencionadas se corrige regulando las entradas de agua a estos canales, situación en la que se encontraba la cuenca antes del 2001 cuando los mismos no existían.

**g) Planteo de probables soluciones**

Se acuerda con los pedidos de la Municipalidad de Venado Tuerto en mayo de 2015, quien solicita:

**Cuenca alta al norte de la RN 33**

- a. Regular el canal Burgués, en el distrito Maggiolo, a través de alcantarillas sobre caminos internos que deben funcionar como diques.
- b. Regular, en la medida de lo posible, los canales de la Estancia María Amelia y el Chueco en Venado Tuerto, a través de alcantarillas en caminos internos.
- c. Regular el Canal Maggiolo entre las salidas de los canales del Chueco y María Amelia – Burgués, restableciendo la alcantarilla reguladora que se ha sacado. (Ver ilustración).



**Figura 26 – Zona de Regulación del canal Maggiolo**

**Cuenca media al norte del FFCC**

- d. Regular los canales de las Estancias La Central y la Plana en San Eduardo y verificar y controlar la entrada de agua a San Eduardo por las lagunas al Oeste por el KM 602 de la RN33
- e. Restablecer la regulación de la salida de la laguna San Eduardo, levantando el camino comunal y colocar las alcantarillas que permitan que el canal San Eduardo no rebalse a la del límite de distrito.





**Figura 27 – Zona de Regulación de la laguna San Eduardo**

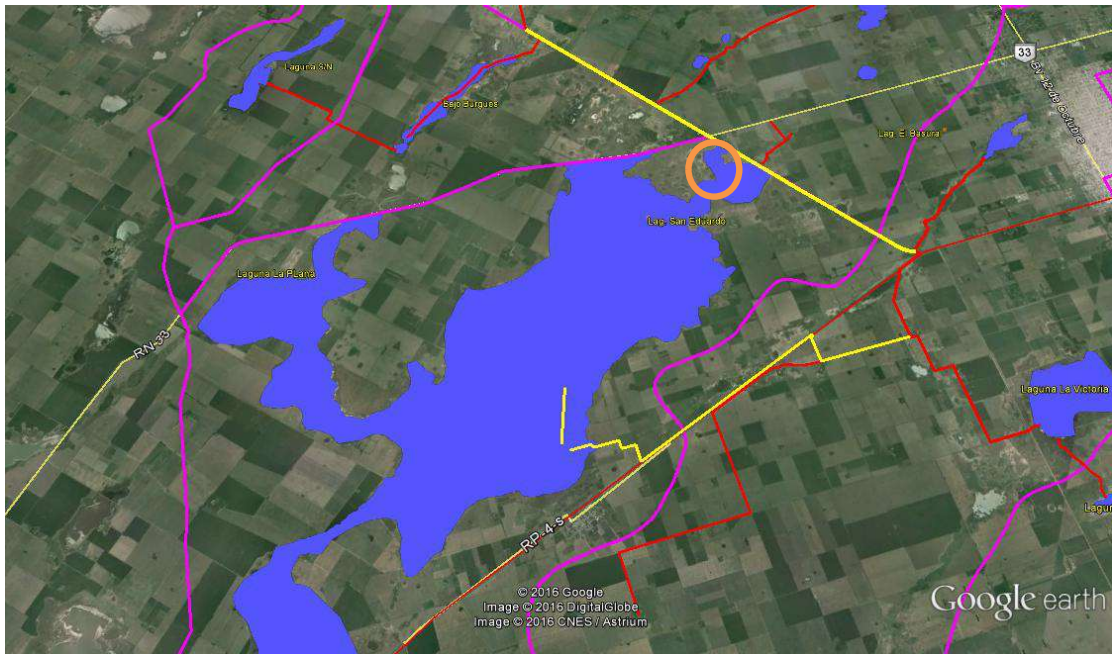
- f. Reconducir el agua solamente por el canal San Eduardo y anular las otras vías de rebalse de este, acordonando el codo del FFCC y levantando los caminos del límite de distrito y de la Escuelita.



**Figura 28 – Zona de Regulación del Canal San Eduardo**

- g. Reconducir el agua solamente por el canal San Eduardo y anular las otras vías de rebalse del mismo, acordonando el codo del FFCC y levantando los caminos del límite de distrito y de la Escuelita.
- h. Levantar el camino del FFCC en las inmediaciones de la RN33 con el fin de que el agua de la laguna San Eduardo no ingrese en forma descontrolada al canal Maggiolo al sur de la RN33.





**Figura 29 – Zona de Regulación del Canal Maggiolo al Sur de la RN33**

**Cuenca baja del sistema entre RS 4S y RP 14**

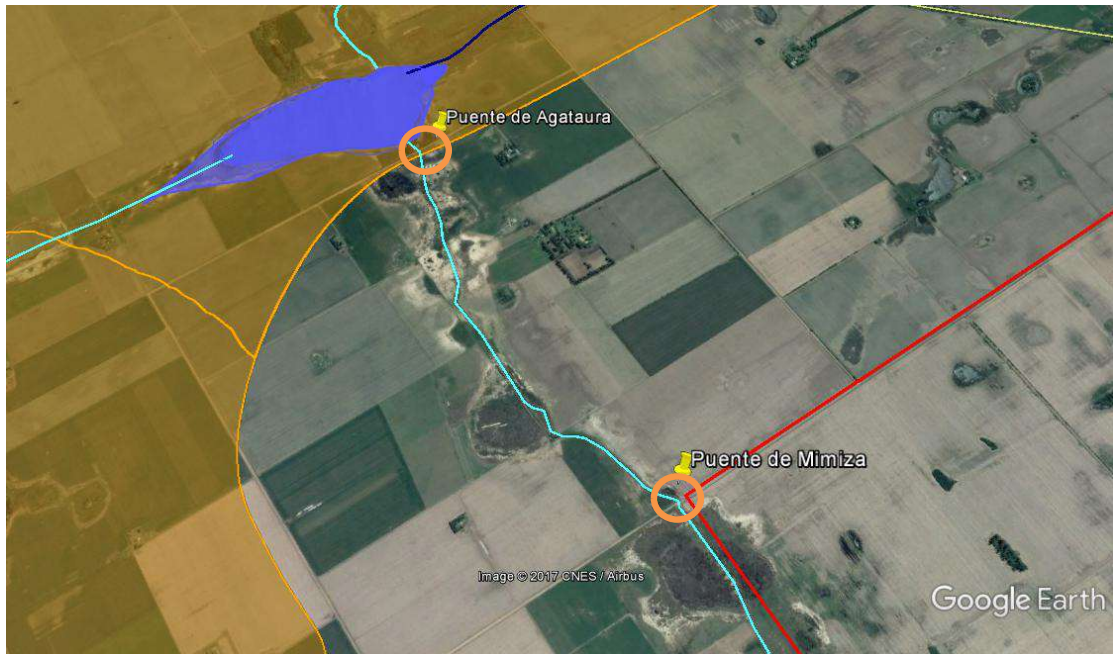
- i. Regular la entrada de agua a la Laguna La Victoria por los Canales de la Estancia La Unión.
- j. Mejorar la conducción entre las lagunas LA VICTORIA y AGATAURA, construyendo los reguladores diseñados en el proyecto EVARSA.



**Figura 30 – Zona de Regulación del Canal Sudoeste entre las lagunas La Victoria y Agatura al este de la RP75**

k. Construir y reforzar los reguladores del camino de Agataura y del Km. 353 (puente Mimiza), de acuerdo con el proyecto hidrológico de EVARSA.

l. Reconstituir los aliviadores (16 caños de 0.60m) por debajo de las vías del FFCC María Teresa – Chapuy a la altura de Runciman.



**Figura 31 - Canal Sudoeste – (Sistemas Maggiolo Oeste – San Eduardo – El Basural – La Victoria y Agataura) – Tramo Camino Agataura – Camino CM01-Z4. 1. Puente Agataura – 2. Puente Mimiza**



**Figura 32 – Foto aérea Puente de Agataura**



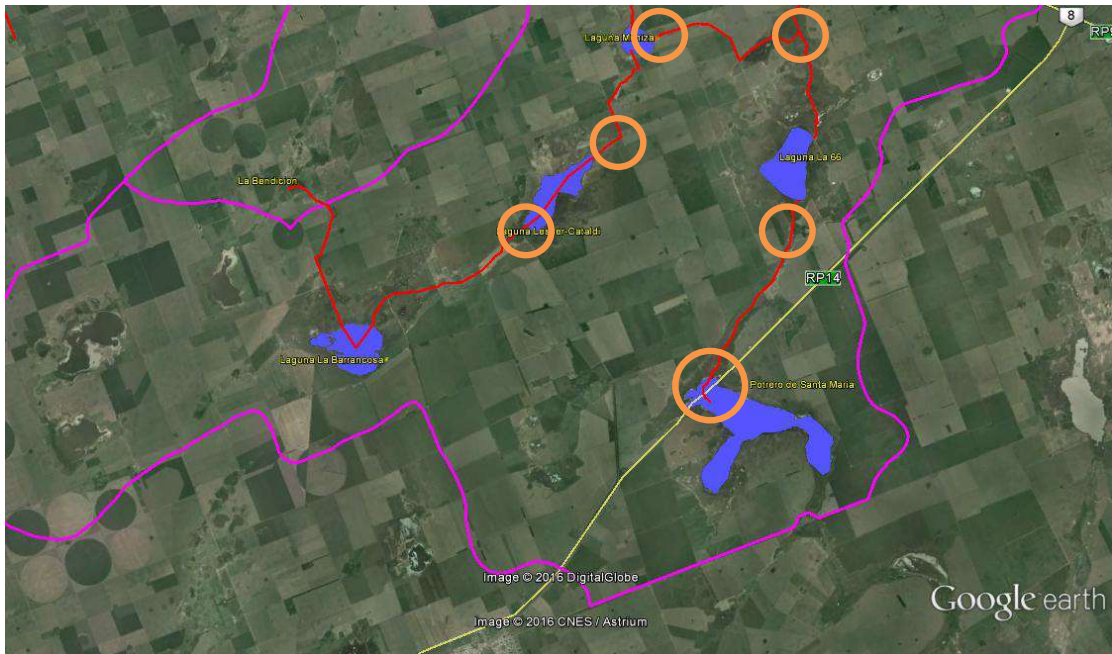


Figura 33 – Zona de Regulación del Canal Sudoeste a la altura de las vías del FFCC paralela a la RP14

### 3.6 El puente Mimiza (sobre camino en estudio CM01-Z4)

#### 3.6.1 Descripción de la obra de arte

El puente o alcantarilla transversal codificado como AT02-01Z4 existente, denominado puente de Mimiza es de Hormigón Armado está ubicado sobre el camino del KM 353 en la zona 4 del CoCoSOR, en el extremo sureste del distrito Venado Tuerto en el límite con el distrito Santa Isabel, localizado sobre el Canal Troncal Sudoeste.

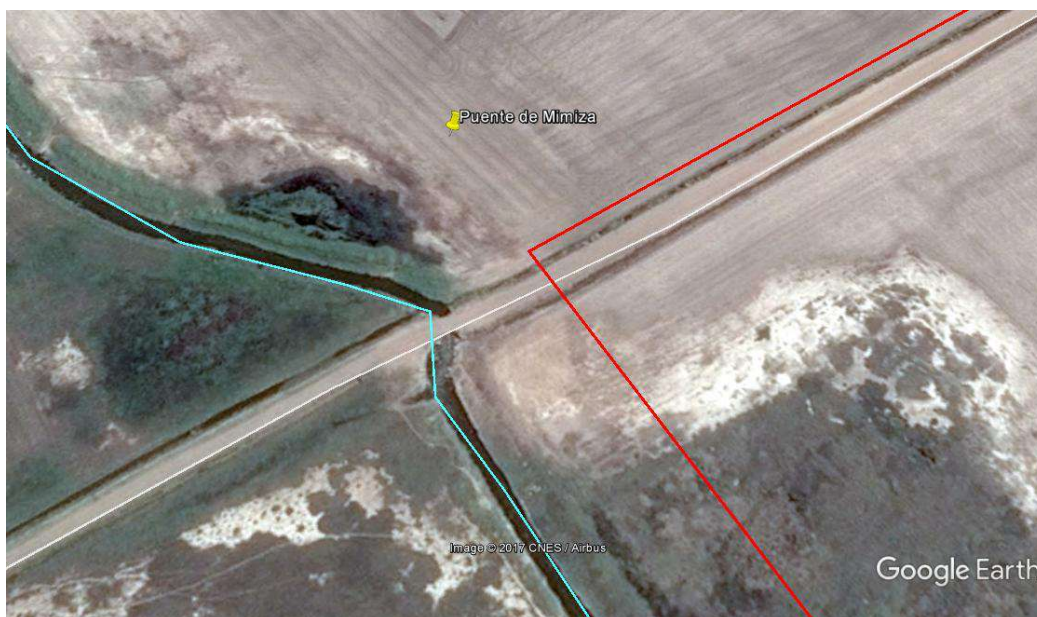
Este puente es un regulador junto con la alcantarilla ubicada en el camino de Agataura de la vertiente SO de la cuenca superior de *Las Encadenadas*, que incluye las subcuencas El Basural-La Victoria (Venado Tuerto), Maggiolo, San Eduardo, Agataura y Chapalco.

Esta alcantarilla está sujeta a reconstrucción y está identificada como T-3.7 en el proyecto ejecutivo de “OBRAS de EVACUACIÓN de la LAGUNA EL BASURAL, realizado para la municipalidad de Venado Tuerto por la empresa EVARSA SA en el año 1995, que fuera aprobado oportunamente por la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas.



**Figura 34 – Puente Mimiza – Camino 01Z4 - CoCoSOR**

Dicho Puente Alcantarilla en estudio, presenta una sección rectangular con un tramo de luz de 2.70 m. sobre estribos cerrados tipo cajón de hormigón armado, con muros de ala a 45°, con una luz libre de 1,20 con una cota de desagüe de 103.97 m.sm.; en dicho proyecto tal alcantarilla debía ser reemplazada por una alcantarilla tipo A2 de Vialidad Provincial con luz de 4,00 m y altura libre de 2,50 m.



**Figura 35 – Imagen Satelital Puente Mimiza – Camino CM01-Z4 – CoCoSOR**



DIMENSIONES ACTUALES							PROYECTO					DETALLE DE LAS OBRAS	
N°	PROGR.	LUZ	H	COTA CALZADA	COTA FONDO	COTA T.N	TIPO Y ESTADO	LUZ	H	AC	COTA CALZADA		COTA FONDO
	(KM)	(m)	(m)	(m. I.G.M.)	(m. I.G.M.)	(m. I.G.M.)		(m.)	(m.)	(m.)	(m. I.G.M.)		(m. I.G.M.)
<b>TRAMO 1: Ruta Prov. 2-S a Laguna Sesenta y Seis</b>													
T.1-1	0,000	1 diám. 0,8		100,04	98,50	98,33	Tubos, estado bueno	2,5	2,5	9,20	100,40	98,50	Alcantarilla tipo A2 con Platea de Fondo Ruta Prov. Nº 2-S OBRA DE REGULACION
		1 diám. 0,8		100,11	98,56		Tubos, estado bueno			9,20			
		1 diám. 0,8		100,12	98,18		Tubos, estado bueno			9,20			
<b>TRAMO 2: laguna Sesenta y Seis a laguna Potrero Santa María</b>													
T.2-1	0,100	2,00	1,10	99,66	98,04	99,11	Mampost., est. bueno	4	1,1	1,68	99,66	98,00	FF CC (Km 166 0504) AGREGAR
T.2-2	0,000	2,00	1,35	100,48	98,29	99,11	Hº Aº, est. muy bueno			13,0			Ruta Provincial Nº 14
	0,000	2,00	1,10	100,63	98,29	99,11	Hº Aº, est. muy bueno			13,0			
	0,000	2,00	1,55	100,62	98,29	99,11	Hº Aº, est. muy bueno			13,0			
	0,000	2,00	1,55	100,61	98,29	99,11	Hº Aº, est. muy bueno			13,0			
	0,000	2,00	1,20	100,60	98,29	99,11	Hº Aº, est. muy bueno			13,0			
T.2-3	0,600					98,95	Sin alcantarilla			4,00	98,60	98,60	Cruce de Campo - Paso a Vado - NUEVA
T.2-4	1,160					99,39	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.		5,40	100,69	98,69	Camino privado - NUEVA
T.2-5	1,800				99,24	99,44	Sin alcantarilla			4,00	98,82	98,82	Cruce de Campo - Paso a Vado - NUEVA
T.2-6	4,314	5 diám. 0,8		100,82	99,63	100,21	Hº Aº, estado regular			4,00	99,26	99,26	Cruce de Campo - Paso a Vado - REEMPLAZAR
T.2-7	4,806	1 diám. 0,8		100,82	99,63	100,21	Hº Aº, estado malo	6	2,5	6,50	101,04	99,35	Camino privado Jerarquizado - REEMPLAZAR A2 con Platea de Fondo - OBRA DE REGULACION
<b>TRAMO 3: laguna Potrero Santa María a laguna Agataura</b>													
T.3-1	9,700				99,32	100,59	Sin alcantarilla	6	2,5	6,50	100,99	99,30	Camino Privado - NUEVA - CAMINO REAL
T.3-2	6,100					102,19	Sin alcantarilla			3,00	100,98	100,98	Cruce de Campo - Paso a Vado - NUEVA
T.3-3	5,800					102,08	Sin alcantarilla	4	2,5	5,00	102,92	101,18	Camino privado - NUEVA
T.3-4	4,600				102,50	104,11	Sin alcantarilla	1 diám. 1,2 m.		5,40	104,40	102,00	Cruce de campo - Protección de fondo L=8 m.
								2 diám. 1,2 m.				102,50	NUEVA - OBRA DE REGULACION
T.3-5	3,800				102,50	103,27	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.		5,40	104,00	102,00	Cruce de Campo - NUEVA
T.3-6	1,800					102,67	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.		5,40	104,00	102,00	Cruce de Campo - NUEVA
T.3-7	2,800	2,70	1,20	105,19	103,97	104,26	Hº Aº c/baranda	4	2,5	6,50	104,79	103,05	Camino público REEMPLAZAR por Alc. tipo A2
T.3-8	2,400					104,79	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.		5,40	105,28	103,28	Cruce de Campo - NUEVA
T.3-9	0,106	1 diám. 1 m.		105,46	104,65	104,83		2 diám. 1,0 m.		7,40	106,20	104,50	Camino público AGREGAR Protec. fondo L=8 m.
								2 diám. 1,0 m.				104,80	OBRA DE REGULACION
T.3-10	0,106					104,83	Sin alcantarilla	1 diám. 1,0 m.		5,40	108,50	106,50	Ac. a Predios (4 obras) - OBRAS COMPLEMENTARIAS
T.3-11							Sin alcantarilla	2 diám. 1,0 m.		5,40			Cam. Privado Bajo Hinojo - OBRA COMPLEMENTARIA
<b>TRAMO 4: laguna Agataura a laguna La Osita</b>													
T.4-1	3,500					105,45	Sin alcantarilla			3,00	104,54	104,54	Cruce de Campo - Paso a Vado - NUEVA
T.4-2	3,000					105,45	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.		5,40	106,62	104,62	Camino Privado - NUEVA
T.4-3	2,300					105,20	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.		5,40	106,74	104,74	Cruce de Campo - NUEVA

**Tabla 7 - Resumen de obras proyecto Eversa – Descripción de Obras a Ejecutar**

El reemplazo o reconstrucción de dicha alcantarilla, juntamente con la ejecución de otras obras similares planteadas en dicho proyecto en el tramo Ruta provincial 4S-Laguna Agataura cobran importancia, habida cuenta de la eminente construcción de la alcantarilla proyectada (Tipo 3 de VP) sobre la mencionada ruta provincial atento a su pavimentación, que según puede observarse en dicho proyecto es de dimensiones: Luz = 3,00 m. y H.=3,00.

### 3.6.2 Otras Obras hidráulicas de la Zona

Sobre el canal sudoeste, el proyecto de Eversa contempla la ejecución de varias alcantarillas que son fundamentales para la protección de las obras de infraestructura del sector (caminos y propiedades).



Figura 36 – Alcantarillas proyectadas sobre canal sudoeste – Tramo Laguna La Victoria - Agataura

Las obras proyectadas:

en el tramo La Osita (Chapalco) – Laguna La Victoria son dos:

TRAMO 5: laguna La Osita a laguna La Victoria										
T.5-1	0,330			106,47	Sin alcantarilla	1 diám. 1,0 m.	5,40	106,85	105,00	Cruce de campo
						2 diám. 1,2 m.	5,40		105,30	Protección de fondo L=8 m.
T.5-2	0,700			106,01	Sin alcantarilla	3 diám. 1,0 m.	5,40	107,00	105,00	NUEVA - OBRA DE REGULACION Cruce de Campo - NUEVA

en el tramo Laguna Agataura - La Osita (Chapalco): son tres

TRAMO 4: laguna Agataura a laguna La Osita										
T.4-1	3,500			105,45	Sin alcantarilla		3,00	104,54	104,54	Cruce de Campo - Paso a Vado - NUEVA
T.4-2	3,000			105,45	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.	5,40	106,62	104,62	Camino Privado - NUEVA
T.4-3	2,300			105,20	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.	5,40	106,74	104,74	Cruce de Campo - NUEVA

en el tramo Laguna Mimiza – Laguna Agataura: son nueve

TRAMO 3: laguna Potrero Santa Maria a laguna Agataura													
T.3-1	9,700		99,32	100,59	Sin alcantarilla	6	2,5	6,50	100,99	99,30	Camino Privado - NUEVA - CAMINO REAL		
T.3-2	6,100			102,19	Sin alcantarilla			3,30	100,98	100,98	Cruce de Campo - Paso a Vado - NUEVA		
T.3-3	5,800			102,08	Sin alcantarilla	4	2,5	5,30	102,92	101,18	Camino privado - NUEVA		
T.3-4	4,600		102,50	104,11	Sin alcantarilla	1 diám. 1,2 m.		5,40	104,40	102,00	Cruce de campo - Protección de fondo L=8 m.		
						2 diám. 1,2 m.			102,50	102,50	NUEVA - OBRA DE REGULACION		
T.3-5	3,800		102,50	103,27	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.	5,40	104,00	102,00	Cruce de Campo - NUEVA			
T.3-6	1,800			102,87	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.	5,40	104,00	102,00	Cruce de Campo - NUEVA			
T.3-7	2,800	2,70	1,20	105,19	103,97	104,26	HP 4° c/baranda	4	2,5	6,50	104,79	103,05	Camino público REEMPLAZAR por Alc. tipo A2
T.3-8	2,400			104,72					105,28	103,28	Cruce de Campo - NUEVA		
T.3-9	0,106	1 diám. 1 m.	105,46	104,65	104,83	Sin alcantarilla	4 diám. 1,0 m.	5,40	106,20	104,50	Camino público AGREGAR Protec. fondo L=8 m.		
						2 diám. 1,0 m.	7,40		104,80	104,80	OBRA DE REGULACION		
T.3-10	0,106				104,83	Sin alcantarilla	1 diám. 1,0 m.	5,40	108,50	106,50	Ac. a Predios (4 obras) - OBRAS COMPLEMENTARIAS		
T.3-11						Sin alcantarilla	2 diám. 1,0 m.	5,40			Cam. Privado-Bajo Hinojo - OBRA COMPLEMENTARIA		

Independiente de las obras proyectadas del Canal aliviador Agataura – El Hinojo (en ejecución), estas alcantarillas cobran importancia para el resguardo de los caminos involucrados en la línea de escurrimiento del canal mencionado, como son la Ruta Provincial 7-S a la altura de la laguna La Victoria (hoy inundado), el camino de Agataura (hoy inundado) y el camino de Mimiza (bajada Km 353 de la RN8), el único operable

desde la crisis hídrica actual, pero que sufrirá las consecuencias de las crecidas que se generen de ahora en más si las obras proyectadas no se realizan a tiempo.

Se entiende la imposibilidad de proyectar la ejecución del reemplazo de la alcantarilla, habida cuenta que es el único camino habilitado en el sector, por lo que se plantea un diagnóstico estructural de la alcantarilla existente y del terraplén del camino circundante.

### **3.7 Traza y características del camino**

#### **3.7.1 Rutas existentes y caminos terciarios Zona IV – CoCoSOR**

Situación de las rutas troncales en la zona 4 del CoCoSOR:

- ✓ La **Ruta 8** está concesionada, posee un tráfico intenso de cargas, es angosta pero bien mantenida. Es una de las rutas más transitadas del país.
- ✓ La **Ruta 4S** posee un mejorado desde la RN8 hasta la localidad de San Eduardo pero puede ser utilizada desde la Zona 4 parcialmente y solo desde la parte Sur (estancias y campos ubicados sobre el límite de San Eduardo y María Teresa a través del camino límite de distrito (Estancia La Bendición), el otro acceso RP7S, está cortado desde hace ya varios años frente a la Estancia la Victoria, por desborde de la laguna homónima receptora de las aguas de las cuencas Venado tuerto, San Eduardo y Maggiolo.
- ✓ La **Ruta 7S**, en la Zona 4, se encuentra cortada en dos tramos: frente a la laguna La Victoria y frente a las Lagunas La Barrancosa – Lesser – Cataldi en la parte sur lindante al distrito María Teresa.

Por ende, la RN8 es la única salida de la producción de esta zona hacia los puertos del Paraná y en combinación con las RN33 y RP14 hacia los Puertos de Buenos Aires y Rosario. Salvo esta ruta, los demás caminos de la zona 4 deben ser mejorados y mantenidos. Algunos caminos provinciales permitirían una vez restablecida su circulación, abastecer el área de influencia delimitada por el borde del perímetro de la zona (RP4S) y penetrar al corazón de esta (RP7S).

De los dos el más problemático es la Ruta Provincial 7S con una longitud dentro de la zona de 13.40 km.

Al no poder utilizarse este camino, el identificado como Camino Comunal CM01-Z4 (camino Bajada de RN8 Km 353, se torna como el camino principal y más importante a mantener dentro de la Zona 4).

Estos dos caminos fueron elegidos especialmente debido a que son una salida directa hacia las rutas troncales, además de ser donde se encuentran los pequeños centros rurales, y escuela “El Recuerdo” y las salidas de los principales establecimientos agrícolas del sector.





**Figura 37 – Ubicación de las Rutas Provinciales en la Zona 4 del CoCoSOR**

Sobre un camino subsidiario perpendicular al del proyecto catalogado con el número CM75-04, conocido como “De la Balanza”, se encuentra la Escuela Mariano Moreno (Paraje El Recuerdo) y una balanza pública, muy utilizada por los establecimientos del sector.



**Figura 38 - Escuela C.R.E. 81 Mariano Moreno ubicada sobre la margen del camino subsidiario conocido como “De la Balanza”.**



**Figura 39 – Balanza Publica ubicada sobre el camino Z4-51**

Los caminos son existentes y de vieja data y como muestran las fotos anteriores, además de ser importantes para los productores, unen puntos estratégicos para la vida del Municipio, como son las escuelas.

Ambos caminos tienen un nivel de tránsito similar y su estado es inadecuado para las necesidades actuales. (uno de ellos está cortado por inundaciones)

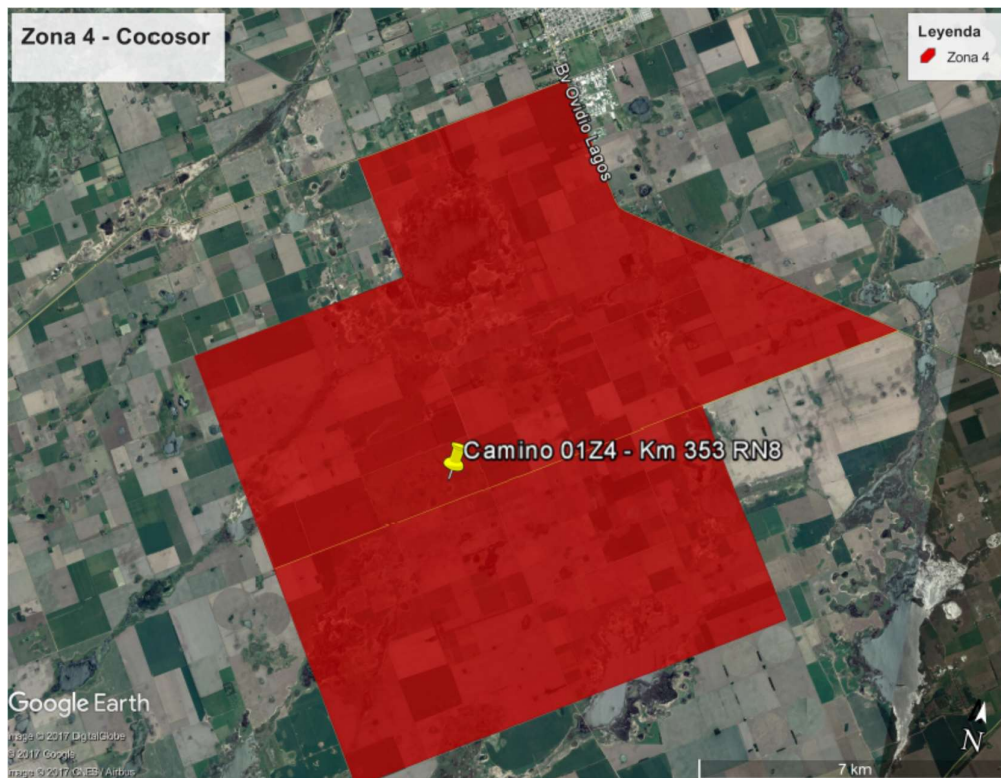
En toda la trama no existe camino alguno que pueda ser transitable inmediatamente después de la lluvia. Luego de una fuerte precipitación pierden su gálibo, que solo es recuperado cuando se pasan las motoniveladoras de mantenimiento. Al no tener gálibo, luego de las lluvias el escurrimiento es imposible y se forman sobre la superficie, grandes encharcados.

Actualmente el mantenimiento consiste en pasar la motoniveladora, sin luego compactar, debido a lo cual con una segunda o tercera lluvia vuelven a deformarse.

### **3.7.2 Camino CM01-Z4 - Zona IV – CoCoSOR (Bajada Km 353 RN8)**

#### ***3.7.2.1 Descripción del camino***

El camino CM01-Z4 tiene una longitud total de 15,3 Km desde la bajada del Km 353 de la RN8 hasta el límite de distrito San Eduardo (Camino del Limite Estancia La Bendición).



**Figura 40 – Ubicación del Camino CM01-Z4 en la Zona 4 del CoCoSOR**

Para su estudio el camino se divide en dos (2) sectores:

- ✓ Sector 1 – Tramo Bajada del Km 353 – RN8 – RP7S
- ✓ Sector 2 – Tramo RP7S – Camino del Limite Distrito San Eduardo.

El estudio en particular se desarrollará sobre el Sector 1, que es el principal quedando el otro sector para un estudio posterior.

El **sector N.º I** (ver Anexo 2 – Plano Catastral), se desarrolla a lo largo de 10,0595 Km. Desde la progresiva 5630,70 a la 15690,20<sup>6</sup>. Es una traza que ha recibido sucesivos aportes de suelo seleccionado, algunas veces extraídos de préstamos laterales y otras con aportes de suelo comercial. Se desarrolla en un ancho de coronamiento de 6 a 8 m con cunetas laterales en buen estado, pero de escaso rendimiento hidrológico, salvo en los primeros 1000 metros bajando la RN8 el resto se encuentra por debajo de la cota de los campos aledaños por ende se trata un camino gastado, que recibe los aportes hídricos de los mismos.

Para su análisis actual, hidrológico y estructural el sector del camino se ha dividido en tres (3) tramos:

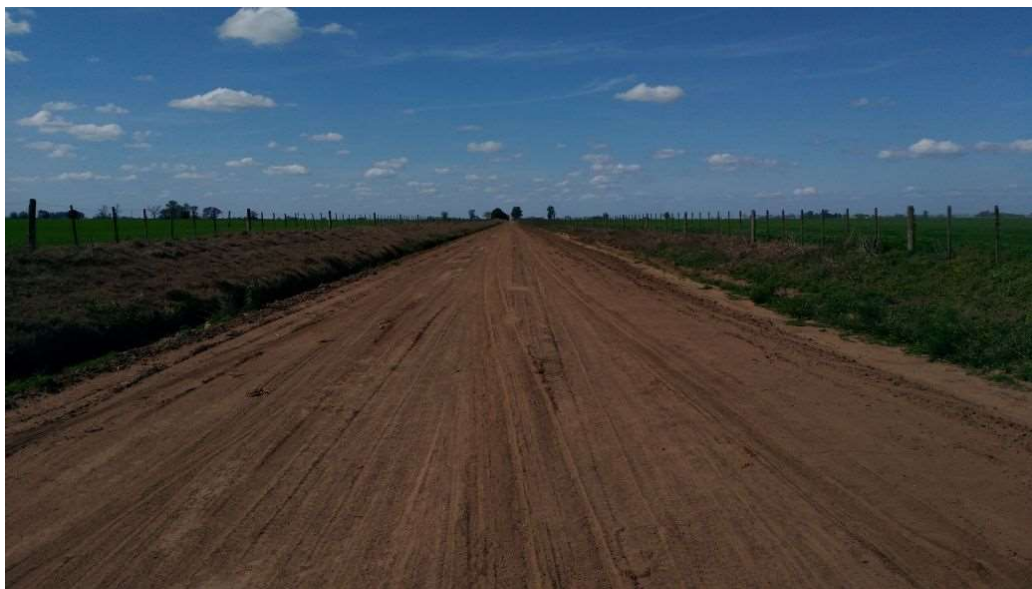
<sup>6</sup> Cabe aclarar que las progresivas se toman desde el punto cardinal este al oeste y desde sur a norte. En este caso particular el camino 01 nace en el límite con el distrito Carmen, por lo que un tramo pertenece a la zona 1 del CoCoSOR.



- ✓ **Tramo 1** – Bajada Km 353 RN8 – Calle Alem – Longitud 3,7344 Km, (desde la progresiva 5630,70 a 9365,10).
- ✓ **Tramo 2** – Calle Alem – Camino de la Balanza – Longitud 2,7763 Km, (desde la progresiva 9365,10 a 12141,40).
- ✓ **Tramo 3** – Camino de la Balanza – Longitud 3,5488 Km. (desde la progresiva 12141,40 a 15690,20).

**a) Descripción de los tramos del camino**

**Tramo 1:** se extiende a lo largo de 3734 m., es una traza que ha recibido sucesivos aportes de suelo seleccionado, algunas veces extraídos de préstamos laterales y otras con aportes de suelo comercial. Se desarrolla en un ancho de coronamiento de 6 a 8 con cunetas laterales en buen estado, pero deben ser rediseñadas. De la muestra representativa, se comprueba que es un suelo A-4 (2) heterogéneo (según la clasificación H.R.B.– VN-E4), mezcla del suelo de la base consolidada con suelo natural aportado por los vehículos que lo transitan forzosamente los días en que está en mal estado.



**Figura 41 – Estado actual Tramo I del Camino 0124**

Como se observa en la foto anterior, el camino se encuentra firme, aunque se puede ver la presencia de huellas y un gálibo totalmente deformado.

**Tramo 2:** se desarrolla a lo largo de 2776 m. Es un tramo de un ancho de coronamiento un poco superior al anterior cerca de los ocho metros, que ha recibido el mismo tratamiento en su vida útil. En la zona de la alcantarilla del canal aliviador se ha levantado con agregado pétreo en varias oportunidades.



Figura 42 – Estado actual Tramo II del Camino CM01-Z4

La muestra representativa nos muestra un suelo del tipo A-4 (0). Este sector del camino posee más tránsito que el anterior debido a que sobre él se efectúa una mayor circulación de vehículos que proveen servicios e insumos, por ejemplo, abastecimiento de las estancias, transporte escolar, alambradores, veterinarios, agrotécnicos, etc.; teniendo en épocas normales dos alternativas de salida hacia la RN8, (km 353 de RN8 o calle Alem de la ciudad de Venado Tuerto).

Como se puede observar en la foto anterior, el camino se encuentra parcialmente ahuellado, a pesar de haber sido transitado luego de varios días sin presencia de lluvias.

**Tramo 3:** posee una longitud de 3548 m, es un tramo de un ancho de coronamiento un poco superior al anterior cerca de los ocho metros en su longitud posee dos (2) depresiones con alcantarillas transversales, solo una de ellas está conectada al sistema de drenajes.





**Figura 43 – Estado actual Tramo III del Camino CM01-Z4**





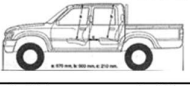

La zona no conectada se encuentra en la zona más baja del tramo, lo que constituye un potencial problema de corte por inundación, el tramo ha sido al igual que los anteriores realizando el abovedamiento con motoniveladora. Los suelos son de la misma calidad que los tramos anteriores, o sea, del tipo A-4 (1).

Como se puede observar en las fotos precedentes, este tramo del camino se encuentra en muy mal estado, posee un fuerte ahuellamiento, un galibo totalmente deformado, sin pendientes laterales ni longitudinales adecuadas y la banquina del camino absolutamente intransitable. Además, se debe considerar que las fotos fueron tomadas en un día seco y luego de varios días sin presencia de lluvia, con lo cual, si al estado actual se le agregara las desventajas ocasionadas por una lluvia, se obtendría un camino intransitable para cualquier tipo de medio de transporte.

### 3.7.2.2 Tránsito del camino

A lo largo de la traza se encuentran establecimientos de cierta magnitud dedicados a la explotación puramente agrícola que realizan dos campañas de cultivo por año. Debido a los grandes rendimientos que se obtienen los suelos se trabajan intensivamente y esto provoca que en todo momento del año el tránsito sea constante.

Sobre la traza se desarrollan algunos establecimientos ganaderos, dos de ellos tambos de cierta magnitud e importancia.

1. Camión Cerealero	
	6    10,5    10,5    18
2. Camión Hacienda	
	6    10,5    18
3. Camión Lechero	
	6    10,5
4. Maquinaria Agrícola	
	6,00    7,5
5. Camionetas	
	0,85    2,65
6. Autos	
	0,65    0,85

Por averiguaciones municipales se ha determinado el siguiente tránsito clasificado por cantidad y calidad: · 25 camiones por día (aprox. 45 t) · 5 camiones de hacienda por día (34,5 t) · 5 camiones lecheros (16,5 t) · 10 unidades de equipamiento agrícola (13,5 t) · 50 vehículos livianos tipo chata (3,5 t) y 30 vehículos livianos tipo automóvil (1,5 t).

**Tabla 8** - Distribución de cargas por eje en toneladas de acuerdo con el tipo de vehículo

### 3.7.2.3 Estudio de suelos del camino - Caracterización de los materiales locales

Para poder analizar mejor el problema de los caminos se han tomado seis (6) muestras de suelo a lo largo de los tres (3) tramos de la vía en estudio (dos (2) muestras por tramo), (**ver Anexo1 – Ensayos de suelos**).

- **Generalidades**

Se denominan materiales locales a aquellos que se encuentran disponibles en la zona de emplazamiento de las obras. En general los materiales gruesos (tamaño mayor a tamiz #40) se estudian y caracterizan a través de su granulometría y sus propiedades físico-mecánicas, por ejemplo, resistencia a la abrasión.



Los materiales finos tamaño menor a tamiz #40) se caracterizan por sus propiedades fisicoquímicas, por ejemplo, los límites de Atterberg (VN-E7).

Así los primeros conforman la parte inerte del suelo, brindando capacidad portante mediante fricción, mientras que los segundos conforman la parte activa brindando capacidad portante mediante cohesión. Referido al presente estudio, se caracterizan los suelos clasificándolos según H.R.B. (VN-E4) y algunos ensayos como el de compactación (Ensayo Proctor – VN-E5) y el valor soporte relativo (V.S.R. – VN-E6).

Los suelos de similares capacidades portantes y condiciones de servicio fueron agrupados en siete (7) grupos básicos desde el A1 al A7. Así los suelos de cada grupo tienen características parecidas. Dentro de cada grupo hay amplia variación de capacidades portantes. En consecuencia, no basta con conocer solo el grupo al que pertenece el suelo, sino que hay que estudiar también su capacidad portante, que puede variar en límites muy amplios. La calidad de los suelos va disminuyendo desde el A1 al A7 en cuanto a su capacidad para ser utilizada como subrasante. Estos siete (7) grupos básicos de suelos fueron divididos en subgrupos y se agregó un índice de grupo. En cada conjunto básico de suelos, índices de grupo crecientes reflejan los efectos combinados del aumento del límite líquido e índice de plasticidad y la disminución de los materiales gruesos, provocando un detrimento en la capacidad portante de las subrasantes.

La clasificación de suelos comprende 2 grandes conjuntos:

- ✓ Los materiales granulares, con menos de 35% de pasa-tamiz 200
- ✓ Los materiales limo-arcillosos con más de 35% de pasa-tamiz 200

En cuanto a sus tamaños podemos diferenciar los suelos en 4 grandes grupos:

- ✓ Grava, pasa el tamiz de 3" y es retenido en el N.º 10.
- ✓ Arena gruesa, pasa el tamiz N.º 10 y es retenido en el N.º 40
- ✓ Arena fina, pasa el tamiz N.º 40 y es retenido en el N.º 200
- ✓ Limo y arcilla, pasa el tamiz N.º 200

Un suelo es limoso o arcilloso de acuerdo con su índice de plasticidad. Se dice limoso, al material que tiene un I.P. igual o menos que 10. Se dice arcilloso si tiene un I.P. mayor que 10.

• ***Estudio de Suelos en la Zona del Camino***

A los efectos del diseño de un mejoramiento de la estructura del camino se deben definir la homogeneidad de los sectores a intervenir, a lo largo de cada uno de los tramos se trata de establecer si las características del material del suelo de fundación o de la capa de subrasante se identifican como uniforme. Dicha

uniformidad se establecerá sobre la base de las características físico-mecánicas de los suelos (Clasificación, Plasticidad).



**Figura 44 – Toma de Muestras en la zona del camino**

Para la identificación de los sectores de características homogéneas, se realizó un programa de prospecciones y ensayos; estableciendo una estrategia para efectuar el programa exploratorio, y a partir de ello se ordenó la toma de las muestras necesarias de cada perforación para poder evaluar aquellas características que, siendo determinantes en su comportamiento, resulten de sencilla e indiscutible determinación.

Las propiedades fundamentales para tomar en cuenta son: Granulometría, Plasticidad, Índice de Grupo (IG), Clasificación de Suelos, Ensayo Proctor y Ensayo CBR.

- ***Caracterización del Suelo***

Dentro de los estudios que hemos realizado, en la zona de los tres (3) tramos del camino, se ha encontrado suelos de la misma característica. De las muestras obtenidas (6 -seis-), el suelo encontrado es A-4, variando el índice de grupo. (Ver más detalles en el Anexo II - Ensayo de Suelos)

Las características principales de los suelos A-4, son:

- Están compuestos esencialmente de limo con poca cantidad de material grueso y pequeña cantidad de arcilla.
- Secos proveen una superficie de rodamiento firme con ligero rebote al desaparecer la carga.
- Cuando absorben agua rápidamente sufren expansión perjudicial o pierden estabilidad. Se levantan por la acción de las heladas.
- Su textura varía entre el loam arenoso hasta el loam limoso. Los loam arenosos tienen mejor estabilidad que los limosos y sufren pequeñas variaciones de volumen. Los loam limosos no adquieren altas densidades porque poseen pobre gradación y carecen de material ligante, dando lugar a un gran volumen de vacíos por lo cual son poco compactibles.
- Son relativamente inestables con cualquier contenido de humedad. La humedad le baja la estabilidad y el valor soporte. Para mejorar la compactación deben ser tratados en un estrecho límite alrededor de la humedad óptima. Ambos tipos son medianamente elásticos y los más plásticos se expanden al crecer su contenido de humedad.

Tramo	Muestra	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Pasante Tamiz 200	Índice de Grupo	Tipo de Suelo (HRB)
1	1	26.15	22.29	3.86	83.30	2	A4-2
	2	24.18	20.13	4.05	81.34	2	A4-2
2	1	24.78	23.59	1.19	81.17	0	A4-0
	2	22.18	19.14	3.04	71.77	0	A4-0
3	1	24.00	22.44	1.56	85.50	0	A4-0
	2	24.02	20.39	3.63	72.28	1	A4-1

Tabla 9 - Caracterización de Suelos por tramos - Camino 0124

Los valores de IP indican que son suelos exentos de arcilla, esto señala que son suelos buenos para subrasantes ya que no se hinchan con presencia de humedad.



Figura 45 – Muestras de suelos en estufa de laboratorio de suelos de UTN-FRVT

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice igual o mayor a 20, un suelo no utilizable para caminos.

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

**Tabla 10 - Índice de Grupo y su relación con la subrasante - Camino 0124**

Los valores de Índice de Grupo (IG), obtenidos indican que el suelo del lugar es entre bueno y muy bueno para subrasantes.

### 1. Ensayo Proctor

Por similitud entre los tramos de caminos, se ha decidido realizar un solo ensayo Proctor para cada trayecto. Idealmente se debería realizar más de un ensayo, pero a los fines de este trabajo, se consideran suficientes los ensayos realizados.

De ambas pruebas podemos visualizar la Humedad Óptima y la Densidad Máxima de cada uno de ellos (ver más detalles en ensayo Proctor anexo 1):

Tramo	Muestra	Humedad Óptima (%)	Densidad Máxima (kg/m <sup>3</sup> )
1	1	17.85	1.605
	2	15.61	1.640
2	1	14.65	1.665
	2	14.20	1.570
3	1	14.20	1.610
	2	15.82	1.625

**Tabla 11 - Caracterización Proctor de Suelos por tramos - Camino CM01-24**

Estos datos se utilizarán a la hora de realizar la compactación en obra. Debido a la similitud antes expuesta, también se propondrá una solución técnica para cada grupo de caminos.

### 2. Ensayo CBR

La capa superficial, de terreno natural o capa de la plataforma en relleno, constituida por los últimos 1.50 m de espesor, debajo del nivel de la subrasante proyectada, salvo que los planos del proyecto o las

especificaciones especiales indiquen un espesor diferente; serán estudiados para la determinación de la CBR de la subrasante.

Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del mejorado que se colocará encima.

La subrasante correspondiente al fondo de las excavaciones en terreno natural o de la última capa del terraplén, será clasificada en función al CBR representativo para diseño; en una de las seis categorías siguientes:

Categorías de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

**Tabla 12 - Clasificación de subrasante según CBR - Camino CM01-Z4**

Para completar el estudio de los tramos del camino se ha realizado el ensayo V.S.R. en su modalidad «Dinámico Simplificado» (ver norma anexa V.N.-6- 68). Los valores por tramo son los siguientes:

Tramo	Muestra	CBR (%)
1	1	4,32

**Tabla 13 - Caracterización CBR del Suelo por tramos - Camino CM01-Z4**

El valor soporte relativo del camino es: 4,32% y de acuerdo con lo establecido por la **Tabla 12**, se está en presencia de una subrasante pobre, que necesitará ser estabilizada de alguna manera para poder cumplir con los fines enunciados bajo determinadas condiciones del clima y tránsito.

Este valor es solo una referencia que luego será comparada con el valor V.S.R. del camino con agregados pétreos. Con ellos se podrá ver la mejora que se produce al tener un camino como el actual y otro con empedrado.



- **Conclusiones**

De las muestras de suelos realizadas, se comprueba que es un suelo A-4, homogéneo (según la clasificación H.R.B.– VN-E4), mezcla del suelo de la base consolidada con suelo natural aportado por los vehículos que lo transitan forzosamente los días en que se halla en mal estado, más extracción lateral de cunetas.

De los ensayos realizados se desprende que hay una homogeneidad en lo que se refiere a las clases y tipos de suelo, a pesar de que nunca se ha realizado la construcción de una base del camino siguiendo los pasos y las técnicas acordes, sino que se ha depositado un suelo arriba de otro tratando de solucionar el problema momentáneamente. La subrasante, si bien posee un solo apto para ser estabilizado, es pobre desde el punto de vista de su capacidad portante.

Para modificar esta situación se plantea la construcción de bases nuevas, mediante la aplicación de diferentes técnicas, y después mantener estas bases en un plazo que se ha fijado arbitrariamente en 5 años. Pero queda claro que lo existente solo nos ha de servir como apoyo de esas bases. Nada de la rasante actual puede ser utilizada sin realizar un mejoramiento a fondo y sin colocarle capas resistentes por arriba.

Una vez conocida las características actuales de los caminos en estudio, estamos en condiciones de explicar la primera propuesta técnica en base a las posibilidades disponibles por la Municipalidad y por las Administraciones de Vialidad de la zona.

Esta solución se basa en recubrir los suelos existentes con capas de suelo empedrado (material a determinar), en capas de diversos espesores de acuerdo con el estado actual del camino, según los requerimientos de uso y cargas que posee y luego de este esfuerzo inicial, planificar un mantenimiento a lo largo del tiempo.

#### **3.7.2.4 Estudio hidrológico del camino**

El camino tiene un desarrollo de cunetas bastante heterogéneo, siendo en algunos tramos bueno y en otras inexistentes o ineficiente. De todas maneras de acuerdo al perfil longitudinal del mismo, el escurrimiento de las cunetas laterales podría ser bastante bueno, por lo cual si se mejora la traza y se desarrolla un plan mínimo de reacondicionamiento de cunetas, y es adecuada la construcción de las alcantarillas de entrada a las propiedades, se mejora el escurrimiento en los cauces transversales al camino y se plantea un mínimo mantenimiento, se puede considerar que el problema hidráulico de la zona del camino, que es uno de los conflictos a resolver, dejaría de ser un problema.

##### **a) Alcantarillas transversales**






En los tres (3) tramos estudiados cruzan algunos cauces de agua con alcantarillas, diseñadas y construidas de hormigón, no existen alcantarillas transversales de tubos.

El detalle de las alcantarillas transversales se muestra en la siguiente Figura:

Alcantarillas Transversales – Camino CM01-Z4						
Tramo	Código	Progresiva	Material	Dimensiones	Cauce	Estado
1	AT01-01Z4	5630	Tipo Cajón de H°A°	0.60 x 0.50	Cunetas RN8	Bueno (en funcionamiento)
	Imagen de Relevamiento					
						
2	AT02-01Z4	10506.90	Tipo Cajón de H°A°	2.00 x	Canal Sudoeste (Sistema el Basural, San Eduardo y Maggiolo)	Muy Bueno (en funcionamiento)
	Imagen de Relevamiento					
						

Alcantarillas Transversales – Camino CM01-Z4						
Tramo	Código	Progresiva	Material	Dimensiones	Cauce	Estado
1	AT01-01Z4	5630,00	Tipo Cajón de H°A°	0.60 x 0.50	Cunetas RN8	Bueno (en funcionamiento)
2	AT02-01Z4	10506.90	Tipo Cajón de H°A°	2.00 x 4.00	Canal Sudoeste (Sistema el Basural, San Eduardo y Maggiolo)	Muy Bueno (en funcionamiento)
3	AT03-01Z4	13330,10	Tipo Cajón de H°A°	0.30 x 0.60	Niveladora de camino	Regular (Semitapada)
3	AT04-01Z4	13734,80	Tipo Cajón de H°A°	0.30 x 0.60	Canal aliviador a Laguna Chapalco	Regular (Semitapada)
3	AT05-01Z4	15675,12	Tipo Cajón de H°A°	0.30 x 0.60	Niveladora de camino	Regular (Semitapada)

Tabla 14 - Alcantarillas Transversales Camino CM01-Z4

Tramo	Código	Progresiva	Material	Dimensiones	Cauce	Estado
3	AT03-01Z4	13330,10	Tipo Cajón de H°A°	0.30 x 0.60	Niveladora de camino	Regular (Semitapada)
	Imagen de Relevamiento					
						
3	AT04-01Z4	13734,80	Tipo Cajón de H°A°	0.30 x 0.60	Canal aliviador a Laguna Chapalco	Regular (Semitapada)
	Imagen de Relevamiento					
						
Tramo	Código	Progresiva	Material	Dimensiones	Cauce	Estado
3	AT05-01Z4	15675,12	Tipo Cajón de H°A°	0.30 x 0.60	Niveladora de camino	Regular (Semitapada)
Imagen de Relevamiento						
						

### **b) Alcantarillas longitudinales**

De la totalidad de las veintidós (22) entradas, tres (3) corresponden a caminos transversales y diecinueve (19) a los campos particulares, en el caso de los caminos, ninguno posee alcantarillas de cruce y en el caso de las entradas particulares solo cinco (5) poseen tubos y el resto no existe.

Los cruces de las calles transversales al camino, (calle Alem y Camino de la Escondida), no tienen alcantarillas longitudinales o sea en el sentido del escurrimiento.

Tampoco existen alcantarillas en la zona de la intersección del camino con la RP75, que permitan escurrimiento del agua hacia el canal de la ruta mencionada.

Alcantarillas Longitudinales – Camino CM01-Z4							
Tramo	Código	Progresiva	Material	Margen	Dimensiones	Propiedad/calle	Estado
1	AL01-01Z4	14410		derecha		Campo Rene Tua	No Existe
1	AL02-01Z4	13960		Izquierda		Campo La Rinconada – San Carlos	No existe
1	AL03-01Z4	13960		Derecha			No existe
1	AL04-01Z4	12660	H°S°	Izquierda	Diam 0.600	Campo La Rinconada – Unión Agraria	Tapado
1	AL05-01Z4			Izquierda		Calle Alem	No Existe
2	AL06-01Z4	11460		Izquierda		Campo La Rinconada – Unión Agraria	No Existe
2	AL07-01Z4	10960		Izquierda		Campo La Rinconada – Unión Agraria	No Existe
2	AL08-01Z4	10460		Derecha		Campo Migliori	No Existe
2	AL09-01Z4	10260		Izquierda		Campo Alvado Mullet	No Existe
2	AL10-01Z4	9860	H°S°	Izquierda	Diam 0.600	Campo Alvado Mullet	Tapado
2	AL11-01Z4	9840		Derecha		Campo Cataldi	No existe
2	AL12-01Z4			Derecha		Calle La Escondida	No existe
2	AL13-01Z4	9010		Izquierda		Calle La Escondida – La Escuela – La Balanza	No existe
3	AL14-01Z4	8660		Izquierda		Campo Alvado Tomas	No existe
3	AL15-01Z4	8655		Derecha		Campo Alvado Tomas	No existe
3	AL16-01Z4	8460		Izquierda		Campo Alvado Tomas	No existe
3	AL17-01Z4	8060		Izquierda		Campo Cataldi	No Existe
3	AL18-01Z4	7760	H°S°	Derecha	Diam 0.600	Campo Chapalco	Buena
3	AL19-01Z4	7660	H°S°	Izquierda	Diam 0.600	Campo Pedro Alvado	Buena
3	AL20-01Z4	6860	H°S°	Izquierda	Diam 0.600	Campo Jose Luis Alvado	Buena
3	AL21-01Z4	6660		Derecha		Campo La Unión	No existe
3	AL22-01Z4	6260		Izquierda		Campo Ros	No existe

Tabla 15 - Alcantarillas Longitudinales Camino CM-01Z4

### **3.7.2.5 Descripción planialtimétrica del camino**

La calzada natural acompaña los quiebres del terreno, los anchos de las zonas de camino son holgados, teniendo alrededor de 20 m, pero los anchos de coronamiento varían entre los 6 a 8 metros, las pendientes longitudinales en general son adecuadas con un promedio del 1%, aunque en parte del tramo

es excesiva, como por ejemplo en la zona entrada campo Cataldi o zona del canal sudoeste. Existen varias alcantarillas de entrada a los establecimientos, no más de una cada 300m, al igual que las alcantarillas de cruce que se encuentran en los puntos bajos del camino.

Este sector del camino seleccionado desarrolla su traza en forma perpendicular a las curvas de nivel, teniendo ondulaciones bastante pronunciadas con pendientes pronunciadas hacia bajos que poseen alcantarillas de cauces que lo atraviesan. Para su análisis y descripción se lo dividirá en cuatro tramos:

✓ **Tramo 1 – Bajada Km 353 RN8 – Calle Alem**

Su traza se desarrolla en perpendicular a las curvas de nivel, teniendo ondulaciones muy suaves, la divisoria de aguas se encuentra en la progresiva 8632,20 (cota 107,34), dividiendo el escurrimiento del camino, hacia el este a las cunetas de la RN8, progresiva 5630,70 (cota 105,52), y hacia el oeste al canal sudoeste progresiva 10506,90 (cota 105,17), (Evacuador del Sistema Venado Tuerto, Maggiolo y San Eduardo), pasando previamente por la alcantarilla de la Calle Alem, ubicada por fuera de la traza de la calle principal. El final del tramo sobre Calle Alem su progresiva es 9365,10 y su cota 106.54 msm.

Las pendientes del camino en este tramo son del 0.60 ‰ hacia el este y de 1.09 ‰ hacia el oeste.

✓ **Tramo 2 – Calle Alem – Camino de la Balanza**

Al igual que el tramo anterior, desarrolla su traza en perpendicular a las curvas de nivel, teniendo ondulaciones muy pronunciadas, este tramo del camino tiene sus divisorias de agua por fuera del tramo, hacia el este la divisoria de aguas se encuentra en la en la progresiva 8632,20 (cota 107,34), y hacia el oeste en la progresiva 12657,18 (cota 109,43), el escurrimiento de este tramo del camino a partir de una pendiente muy importante confluye, hacia el canal sudoeste progresiva 10506,90 (cota 105,17), (Evacuador del Sistema Venado Tuerto, Maggiolo y San Eduardo). El final del tramo, Calle de la Escondida su progresiva es 12153,50 y su cota 107.85.

El punto más bajo que posee este tramo del camino pertenece al cauce del canal evacuador Sudoeste, mediante una alcantarilla de hormigón armado con cabezales descrita en el **apartado 4.6**

-

**El puente Mimiza (sobre camino en estudio CM01-Z4).**

Las pendientes del camino en este tramo son del 1.20 ‰ hacia el este y de 1.63 ‰ hacia el oeste.

✓ **Tramo 3 – Camino de la Balanza – RP7S**



Este sector del camino también se desarrolla perpendicular a las líneas de curva de nivel, es mucho más quebrado y tiene algunos cauces que lo cruzan. Tiene varias divisorias de aguas producto de los cauces mencionados. La divisoria de aguas más importante, se encuentra en la progresiva 3033 (cota 109,43), dividiendo el escurrimiento del camino, hacia el este al oeste al canal sudoeste progresiva 5183 (cota 105,17), (Evacuador del Sistema Venado Tuerto, Maggiolo y San Eduardo), pasando previamente por sobre la trazas del camino de la Escondida que no posee alcantarillas.

Hacia el oeste, existen dos bajos naturales con alcantarillas transversales, que definen la pendiente de este tramo hacia la RP7S. La primera alcantarilla se encuentra en la progresiva 13330,10 (cota 108.208) y la otra en la progresiva 13734,80 con una cota 108.416, el punto más bajo en este tramo del camino se encuentra entre estas dos alcantarillas en la progresiva 13500,73 con una cota de 107.96.

Por ende, hacía en este, entre el punto más alto (entrada campo Cataldi) y el punto más bajo del camino la pendiente es de 2,53 ‰.

El escurrimiento del camino hacia el oeste lo determinada una cota relativa de 108.65 en la progresiva 14407,74 que divide el agua hacia la alcantarilla salida al canal laguna Chapalco y la RP7S.

Por ende aquí las pendiente son hacia el canal aliviador 0,7‰ y hacia la RP7S, 0.83‰ ambas menores al 1 ‰.

Se acompaña a toda esta información, las cartas topográficas (Ver anexo 4) de la zona involucrada con sus curvas de niveles, y la ubicación de los principales establecimientos.

### ***3.7.2.6 Análisis del perfil transversal del camino***

El perfil transversal actual del camino presenta las siguientes complicaciones:

- ✓ Severas erosiones, tanto hídricas como eólicas, que han dejado la rasante por debajo del nivel de los campos adyacentes y bajo el nivel de conservación. Debido a estos inconvenientes la mayoría de los tramos en el perfil transversal presentan el siguiente esquema. Las mencionadas erosiones alcanzan en algunos sectores del camino más de 1 m.

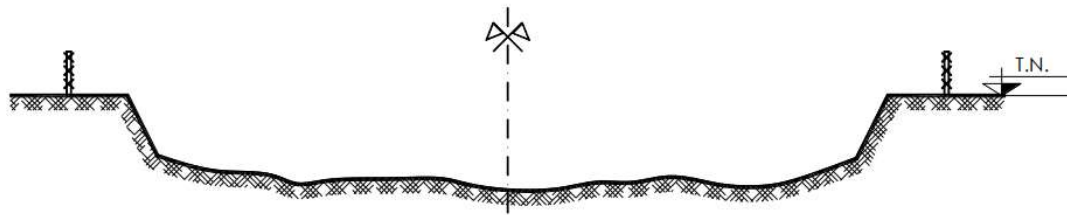


Figura 46 – Ejemplo del Perfil transversal actual del Camino

- ✓ Por la falta de cunetas y de perfil adecuado, el agua se deposita en la calzada originándose de esa manera los conocidos barrizales, producidos por el alto tráfico rural y la permanencia del agua, lo que se traduce en ahuellamientos importantes, transformando el camino en intransitable.



Figura 47 – Ejemplo de caminos intransitables por falta de perfil transversal



Figura 48 – Ejemplo fotográfico del Perfil transversal actual del Camino CM01-Z4

- ✓ El ancho mínimo del camino no es el adecuado, en la mayoría de los perfiles dicho ancho es de siete (7) m. llegando en algunos casos a un mínimo de seis (6) metros.

### 3.7.2.7 Alternativa de proyecto del perfil transversal recomendado

Un camino bien conservado tendría que tener el perfil transversal que muestra la siguiente figura:

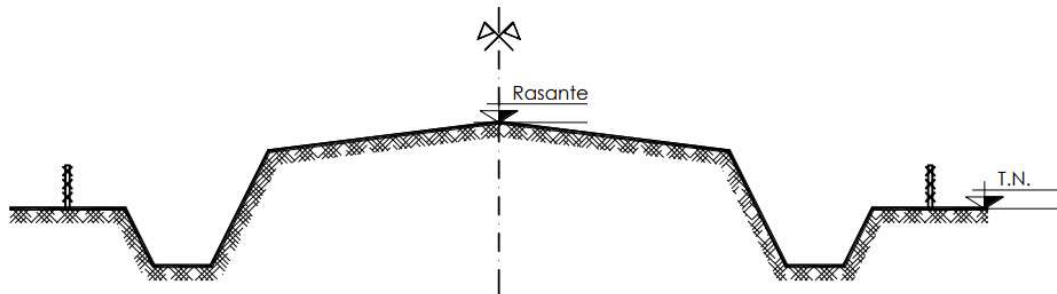


Figura 49 – Ejemplo ideal del perfil transversal del camino

Se debe trabajar para lograr paulatinamente un perfil transversal como el de la **Figura 49 – Ejemplo ideal del perfil transversal del camino**, cuya rasante se encuentre por encima de los campos linderos, pero este procedimiento no es viable en la mayoría de los tramos actuales del camino, por ende, se propone una solución como la descrita en la siguiente figura:

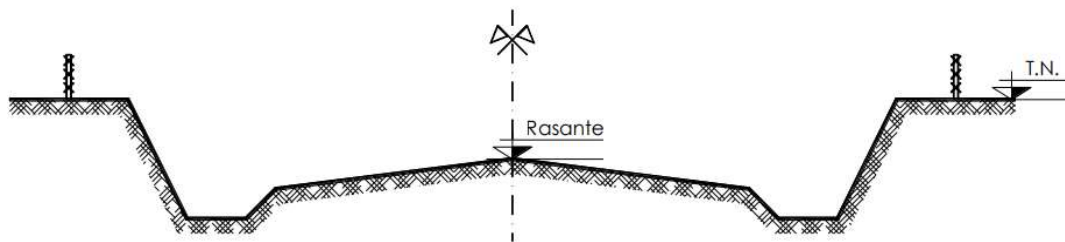


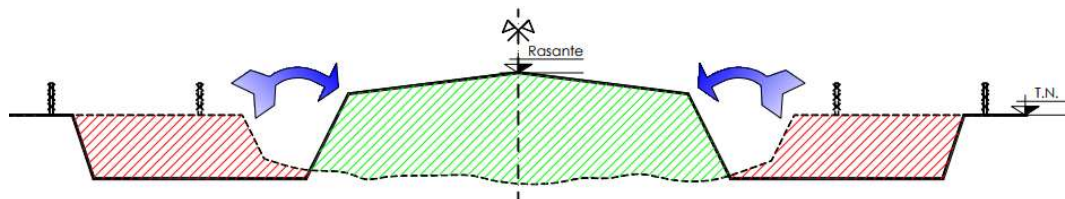
Figura 50 – Ejemplo del perfil transversal deseable del camino

Este es el perfil deseable, con una de rasante por debajo del terreno natural, con la conformación de cunetas mínimas para el encauzamiento de los caudales provenientes de las precipitaciones pluviales, con el tiempo con agregado de material en algunos tramos del camino podría obtenerse el perfil de la **Figura 49**.

Para la obtención del perfil adecuado se comienza con la extracción lateral (conformación de cunetas), de suelo con retroexcavadora, trasladando el mismo hacia el centro de la calzada y dando forma a la misma. Gran parte de este suelo no es utilizable y debe ser transportado afuera de la zona de camino para su acopio. La densificación del suelo se logrará con los neumáticos de la motoniveladora al realizar las sucesivas pasadas para conformar el terraplén. Un mejor trabajo es realizarlo con rodillo pata de cabra y el agregado de la humedad óptima.

#### **Anchos mínimos deseables de la zona de camino**

Cuando el camino tiene un ancho entre alambrados de 20m o inferior, y se pretende tener un ancho de coronamiento de 10 m., las tareas descriptas en el punto anterior no se pueden llevar a cabo, por no existir suelo disponible para conformar el terraplén. Por ello, el camino tendrá un perfil transversal permanente como el indicado en la **Figura 50**, excepto que se transporte suelo desde otro lugar para su alteo. Solución que es aceptable para tramos de poca longitud a mejorar (algunos pocos cientos de metros) e impracticable por su costo, para longitudes importantes (varios kilómetros).



**Figura 51 – Esquema de conformación de cunetas y terraplén**

#### **Ensanches de la zona de camino**

En los tramos aptos para esta operación, es posible extraer suelo lateral y conformar el terraplén, según lo indica la **Figura 51**. Pero es importante destacar que no es posible mejorar las condiciones de transitabilidad de todo el camino, si no disponemos del suelo necesario para conformar un terraplén que esté en condiciones de recibir una capa superior de estabilizado granular.

Se realizará un abovedamiento del existente en un ancho de 10m con pasadas sucesivas de la motoniveladora para emparejar la superficie, y realizando saneamiento del suelo en los lugares bajos, reemplazando las superficies no aptas por otras seleccionadas para tal fin.

En el ancho del camino que no se obtengan los diez metros, se terraplenará convenientemente, se utilizará pala cargadora y camiones para el transporte del material.

Se recompactará la subbase existente con pata de cabra vibratorio llegándose a valores del 95% de la Densidad máxima del Ensayo Proctor Modificado (VN-E5 Tipo II o V) (ver ensayo en el anexo 1). Se realizará un seguimiento de la recompactación tomándose muestras cada 500m aproximadamente. Paralelamente a la conformación de la subbase se trabajará con retroexcavadora y camión, limpiando y poniendo en cota las cunetas laterales.

### **3.7.3 Conclusión**

El camino estudiado presenta erosiones, tanto hídricas como eólicas, que han dejado la rasante por debajo del nivel de los campos adyacentes. Por la falta de cunetas y de perfil adecuado, el agua se deposita en la calzada originándose de esa manera los conocidos “pantanos”, producidos por el tránsito y la permanencia del agua, lo que se traduce en ahuellamientos importantes, transformando el camino en intransitable.

Para dar respuesta a los inconvenientes observados se reconoce como solución el mejoramiento de los caminos de tierra en el área seleccionada bajo el principio de que la producción agropecuaria tiene valor en la medida que pueda acercarse a los consumidores de los bienes producidos en el sector, ya sea en forma directa o luego de los procesos de transformación correspondiente.

Lo que se debe lograr son superficies firmes, con buenos escurrimientos laterales y transversales, resistentes y adecuadas a las frecuencias y cargas que transitarán, y recubrimientos mínimos pero que disminuyan el contacto del agua con las bases.

## **3.8 La solución estructural adoptada – Método de afirmado granular**

### **3.8.1 Caminos no pavimentados**

Se denominan caminos no pavimentados a aquellos que son de tierra o con revestimiento granular en sus capas superiores y superficie de rodadura (afirmado), las cuales corresponden generalmente a carreteras de bajo volumen de tránsito y un número de repeticiones de ejes equivalentes de hasta 300,000 EE en un período de diez años. La vía a analizar tiene cerca de 550.000 EE, la variabilidad del tránsito corresponde, entonces, a un camino de bajo volumen.

Para que se apoye la estructura de un camino no pavimentado o pavimentado, se requiere que los últimos 0.60 m. de la capa de suelos debajo del nivel de la subrasante tenga un CBR  $\geq$  6%. Si los suelos no cumplen



esta condición por tratarse de suelos de mala calidad,  $\text{CBR} < 6\%$ , es decir, suelos blandos o muy compresibles o con materia orgánica o suelos pobres e inadecuados, se debe considerar la **estabilización**, mejora o refuerzo de los suelos, según la naturaleza de los mismos, efectuando estudios geotécnicos de estabilidad y de asentamientos. Mediante estos estudios se sustentará, la solución adoptada precisando en su informe técnico que el suelo alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad. Recomendándose para la ejecución de los mencionados estudios, la participación de profesionales especializados en esta materia, que apliquen un criterio amplio, que permita el conocimiento de las propiedades del suelo de cimentación y de acuerdo con ello proponer alternativas de solución, seleccionando la propuesta óptima y justificando la solución adoptada.

Entre las opciones tecnológicas de pavimentación recomendadas en el caso de caminos de bajo volumen de tránsito se pueden distinguir las siguientes:

Un aspecto que debe tomarse en cuenta en los caminos no pavimentados afirmados es el control de polvo, debido a que estas calzadas emiten polvo por el desprendimiento de los agregados finos por el tráfico circulante. La cantidad de polvo que se produce en un camino afirmado es muy variable, depende de la zona de la región (lluviosa o árida), del tráfico que soporta y la calidad del afirmado. Es necesario que el ingeniero proyectista, analice y sustente la necesidad de aplicación de paliativos de control de polvo, donde el polvo generado por el tráfico resulta perjudicial a la salud, a la producción agrícola y al deterioro progresivo del patrimonio cultural, el análisis debe incluir el período de servicio.

Los tipos de control de polvo, pueden ser riegos con agua natural, riegos incluyendo cloruros o aditivos, aplicación de productos asfálticos (imprimación reforzada, diferentes tipos de sellos asfálticos), utilización de cal, cemento u otros estabilizadores químicos.

Pavimento	Característica	IRI Promedio en Operaciones
Pavimento económico	Compuesto por capas granulares, con base estabilizada y una capa de rodadura bituminosa en frío como: tratamiento superficial bicapa, lechada asfáltica o mortero asfáltico, micropavimento en frío, macadam asfáltico, carpetas de mezclas asfálticas en frío, etc.).	4
Afirmado con protección	Afirmados tratados o suelos estabilizados con una capa de protección bituminosa (monocapa, lechada asfáltica, etc.).	5
Afirmado mejorado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afirmados con grava tratada con materiales como: asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.</li> <li>• Suelos naturales estabilizados con asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.</li> </ul>	7
Afirmado	Constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo de 25 mm.	10

Tabla 16 - Tipos de caminos con Transito media diario anual (IMDA) < a 300 vehículos

### 3.8.2 Afirmado de materiales pétreos

La capa de afirmado (subrasante) o afirmado mejorado puede ser una modificación de la subrasante existente (sustitución del material inadecuado o estabilización con cemento, cal o aditivos químicos) o podrá ser una nueva capa construida sobre la subrasante existente. La alternativa a elegir será determinada de acuerdo con el análisis técnico económico comparativo.

En general, se recomienda que cuando se presenten subrasantes clasificadas como muy pobre y pobre (CBR < 6%), se proceda a eliminar el material inadecuado y a colocar un material granular de reemplazo con CBR mayor a 10% e IP menor a 10; con lo cual se permite el uso de una amplia gama de materiales naturales locales de bajo costo, que cumplan la condición. La función principal de esta capa mejorada será dar resistencia a la estructura del pavimento.

Este procedimiento se basa en la ejecución de suelos mejorados con agregados pétreos utilizando para tal fin equipos adecuados con el objeto de mejorar sustancialmente la calidad del proceso, disminuir ostensiblemente el tiempo de ejecución, lograr altos valores de resistencia y durabilidad, disminuir los costos fijos debido a la rapidez del proceso y fundamentalmente disminuir los gastos de mantenimiento futuro. Se deberá realizar un trabajo inicial a fondo con una mayor inversión y luego una recuperación dada por un menor mantenimiento y mejores prestaciones desde el momento inicial.

Se priorizará aumentar la resistencia del camino. Según lo visto anteriormente y los resultados de los ensayos de las muestras nos encontramos con suelos de baja capacidad portante compuesta de suelo natural. El proceso propuesto consiste en la mezcla íntima y profunda de los suelos existentes con agregados pétreos de distinta naturaleza.

Se puede realizar el estabilizado granular directamente sobre la base existente, o bien se puede agregar algún suelo de buena calidad para tener una mezcla de mejor calidad con agregado de cal. Los agregados podrán ser de distinta naturaleza, agregándose un material que se explote en la zona como puede ser escoria de acería o alto horno (Villa Constitución, Santa Fe), grava de diferentes medidas (basalto de cantera Berrotarán, provincia de Córdoba), arenas de río, de río finas y gruesas (Paso del Durazno, Córdoba o Pueblo Esther, Santa Fe), rap de fresado de rutas nacionales, etc.

La base en que se sustenta el método propuesto aumenta sustancialmente la capacidad portante de la base con el agregado de gravas, y la utilización en pos de la mejora del proceso de materiales naturales o que se explotan en la zona que son de bajo costo. En el distrito de Vendo Tuerto se encuentran mantos de limos de buena calidad, de explotación relativamente sencilla y cuyos yacimientos se hallan muchas veces a la vera de los caminos a mejorar, entendiéndose que estas explotaciones en muchos casos están influenciadas por la posición de la napa freática sin dejar de considerar que son tierras productivas de alto valor económico.



**Figura 52 – Ejemplo de estabilizado o afirmado granular**

Por las solicitaciones a que estarán sometidos los caminos en estudios, el limo (suelo seleccionado) ha de ser utilizado como material de saneamiento de la subbase y como material para emparejar y abovedar la superficie existente. Debido a ello se puede concluir que con poco aporte de material proveniente de los yacimientos cercanos se obtendrá una subbase perfectamente reconfigurada con el gálibo definitivo para ser sometida a la mezcla con agregado y cal.

En caso de utilizarse suelo seleccionado, proveniente de la restitución de cunetas aledañas, se deberá tener en cuenta que el mismo tiene que estar libre de pasto o materiales orgánicos.

### 3.8.3 Cálculo del espesor del camino en estudio

#### 3.8.3.1 Definición del vehículo de diseño

El camión elegido para este análisis el Ford Cargo 1729 modelo 6.7 L. Es un camión de dimensiones intermedias, con un peso de 6000kg y motor de 6693 cm<sup>3</sup> alcanza una potencia máxima de 290 CV a 2300 RPM.

El material remolcado analizado en esta sección será un semirremolque tipo tolva cerealero 2+1 de la empresa Ombú. Su capacidad y dimensiones se detallan a continuación.

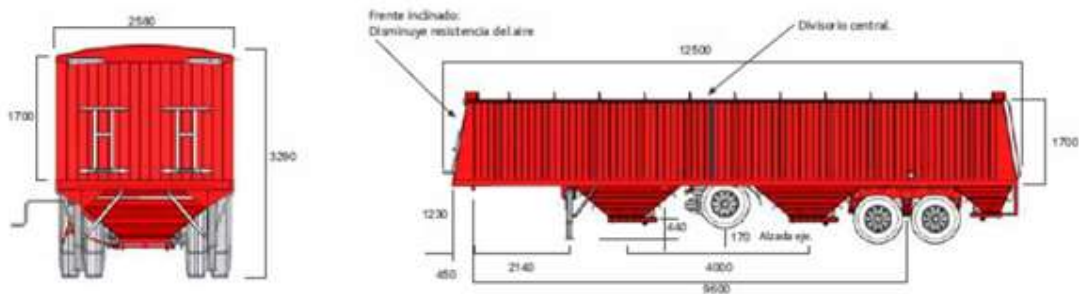


Figura 53 – Dimensiones principales del semirremolque analizado

Capacidad volumétrica: 54 m<sup>3</sup>

Conociendo la capacidad de carga del semirremolque, se procede a calcular la cantidad máxima de toneladas que podrá transportar, cuando esté totalmente cargado.

#### 3.8.3.2 Cálculo de carga por rueda

$$\text{Capacidad Carga neta} \times \text{Peso específico de Soja} = 54 \text{ m}^3 \times 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 37800 \text{ kg} = 37,8 \text{ T}$$

$$\text{Peso Bruto Total Combinado} = W_{\text{camión}} + W_{\text{tara}} + W_{\text{carga neta}}$$

$$PBTC = 6000 \text{ kg} + 8180 \text{ kg} + 37800 \text{ kg} = 51980 \text{ kg}$$

Se divide la carga por la cantidad de ejes de la configuración analizada (1S+1D+1D+2D)

$$\text{Carga por eje} = 10396 \text{ kg} \text{ Limite establecido por Ley 24449} = 10500 \text{ kg VERIFICA}$$

### 3.8.3.3. Cálculo del espesor de la capa de suelo mejorada

El espesor de una capa de subrasante mejorada no debe ser menor del espesor determinado mediante el método que a continuación se describe:

Para el cálculo del espesor se tomará el promedio de varios métodos de cálculo.

#### a) Método del índice de grupo o HRB

El nombre del HRB del Consejo de Investigación de Carreteras, Highway Research Board usa la fórmula:

$$e_p \text{ (cm)} = \left(\frac{11}{4}\right) * IG - \left(\frac{1}{16}\right) * IG^2 + e_b =$$

donde  $e_b$ :

- ✓ 15 cm para tráfico ligero (hasta 3,2 tn por rueda)
- ✓ 20 cm para tráfico medio (hasta 4,1 tn por rueda)
- ✓ 30 cm para tráfico pesado (más de 4,1 tn por rueda)

Siendo,

$e_p$  = espesor del pavimento

IG = Índice de Grupo

Según el tránsito pasante, tenemos que  $e_b = 30$  cm por tener cargas superiores a 4.1 tn por rueda.

De acuerdo con los ensayos realizados en los tramos del camino tenemos:

$$IG = 2 - 1 - 0, \quad \text{se adopta } IG = 1$$

Por lo tanto, el espesor del pavimento es de:

$$e_p = \frac{1}{4} IG - \frac{1}{16} IG^2 + e_b = 22,69 \text{ cm}$$

#### b) Método del CBR



Aunque el método anterior de suficiente aproximación, para el cálculo de pavimentos en suelos con IG próximo a cero especialmente, es mejor utilizar el CBR. El CBR se calcula en un laboratorio por un método estandarizado.

Se usa esta fórmula para calcular el espesor del camino:

$$e \text{ (cm)} = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I + 5} =$$

Siendo:

- **e**: el espesor en cm del conjunto de capas que descansan sobre determinada subrasante (y por diferencia se halla el espesor de cada una)
- **P**: la carga por rueda expresada en toneladas.
- **I**: es el valor del CBR.

Más exactitud, la suministra el siguiente ábaco, en el que además interviene el tránsito, con las siguientes observaciones:

- ✓ No usar espesores menores de 15 cm en la capa mejorada, excepto si se trata de un camino agrícola, de magníficos materiales en la subrasante y de excelente drenaje, que puede reducirse a 12 cm.
- ✓ Si el CBR es superior a 18, no hace falta hallar el espesor, se dan 15 cm (pues si en la fórmula, se hace  $P = 3$  e  $I = 18$ ,  $E$  queda inferior a los 15 cm).

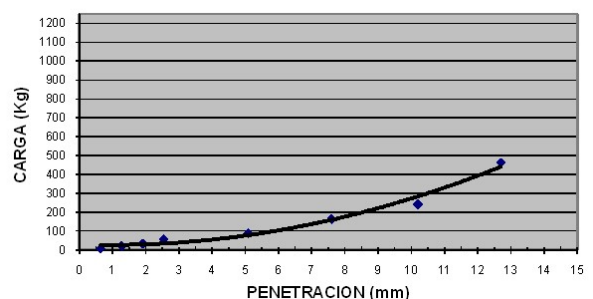
Con tráfico máximo de 5,2 tn. por rueda (ligero), subrasante de CBR = 4.32 el espesor de la capa es de:

### I. Espesor de la capa suelo solo

$$VSR = 4,32 \%$$

$$P = 5,2 \text{ Tn.}$$

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I + 5} = 47,42 \text{ (cm)}$$



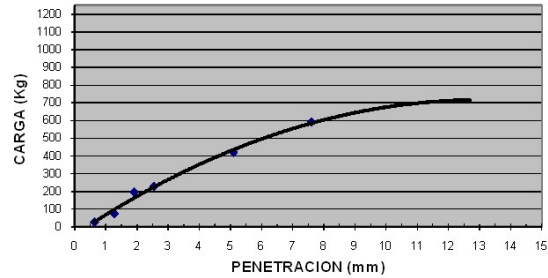
## II. Espesor capa estabilizada según mezcla 1

Mezcla 1 - dosificación: 70 % de suelo del lugar + 30% piedra 6/19

$$VSR = 20,38 \%$$

$$P = 5,2 \text{ Tn}$$

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I + 5} = 17,41 \text{ cm}$$



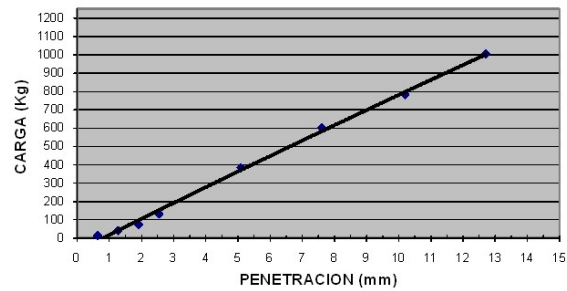
## III. Espesor capa estabilizada según mezcla 2

Mezcla 2 - dosificación: 60% suelo del lugar - 40% piedra 6/19

$$VSR = 18,68 \%$$

$$P = 5,2 \text{ Tn}$$

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I + 5} = 18,66 \text{ cm}$$



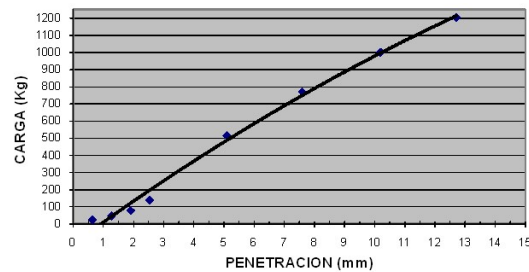
## IV. Espesor capa estabilizada según mezcla 3

Mezcla 3 - dosificación: 40% suelo del lugar - 40% piedra - 6/19- 20% piedra 0,6

$$VSR = 24,99 \%$$

$$P = 5,2 \text{ Tn}$$

$$e = \frac{100 + 150\sqrt{P}}{I + 5} = 14,74$$



### c) Método ejes equivalentes

Los caminos no pavimentados con afirmado (revestimiento granular) tendrán un rango de aplicación de número de repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño de hasta 300,000 EE de acuerdo con el cuadro siguiente:

Tipo tráfico pesado expresado en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE
$T_{NP1}$	$\leq 25,000$ EE
$T_{NP2}$	$> 25,000$ EE $\leq 75,000$ EE
$T_{NP3}$	$> 75,000$ EE $\leq 150,000$ EE
$T_{NP4}$	$> 150,000$ EE $\leq 300,000$ EE

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimento.

Nota:  $T_{NPX}$ : T= Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño.

NPX= No Pavimentada, X= número de rango (1, 2, 3).

Tabla 17 - Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn, en el carril de diseño para caminos no pavimentados

Para el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn., en el período de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo, el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$$N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365]$$

Donde:

Nrep de EE 8.2 tn. =	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.
EE día-carril =	<p>EE<sub>día-carril</sub> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño.          Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el factor vehículo pesado del tipo seleccionado y por el factor de presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> $EE_{\text{día-carril}} = \text{IMD}_{p_i} \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_{p_i}$ <p>Donde:</p> <p>IMD<sub>p<sub>i</sub></sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)          F<sub>d</sub>: Factor direccional, según cuadro N° 2.8.          F<sub>c</sub>: Factor carril de diseño, según cuadro N° 2.8.          F<sub>vp<sub>i</sub></sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes.          Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total de tipo del vehículo pesado seleccionado.          F<sub>p</sub>: Factor de presión de neumáticos, según cuadro 2.23</p>
Fca =	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 2.13).
365 =	Número de días del año.
Σ =	Sumatoria de Ejes Equivalentes (EE) de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

- **Estimación del Factor Direccional y el Factor carril de diseño.**

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico.

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril. El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD (ver **Tabla 18.**).

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMD a total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMD a total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC.

**Tabla 18 - Cuadro 2.8: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño**

De acuerdo con lo mencionado se estima que:

- ✓ **Factor direccional = 0.5**
- ✓ **Factor Carril de Diseño = 0.8**

- **Estimación del Factor de crecimiento acumulado (Fca.).**

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socioeconómico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.

Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

La proyección de la demanda puede también dividirse en dos componentes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa anual de crecimiento de la población y una proyección de la demanda de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento, correspondientes a esta región que cuenta con datos estadísticos de estas tendencias.

La **Tabla 19**, proporciona el criterio para seleccionar el Factor de crecimiento acumulado (Fca.) para el período de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento<sup>®</sup> y el período de análisis en años.



Periodo de análisis (años)	Factor sin crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.

**Tabla 19 - Cuadro 2.9: Factores de crecimiento acumulado (Fca.) para el cálculo de numero de repeticiones de EE**

De acuerdo con lo mencionado se estima que:

- ✓ Tasa anual de crecimiento  $r = 3\%$
- ✓ Periodo de análisis es = 10 años
- ✓ **Por ello el Fca. (Factor de crecimiento acumulado) es de = 11,46**

• **Aforo de vehículos**

Según lo establecido 3.5.2.1, el reporte de aforo de vehículos, en forma anual, con tasa de crecimiento a 10 años, se calcula en la siguiente tabla:

AÑO	TPDA MIXTO	CLASES DE VEHÍCULOS											
		1		2		3		4		5		6	
0		%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA	%	TPDA
2026	170	19,23%	33	3,85%	7	3,85%	7	11,54%	20	38,46%	65	23,08%	39
2025	165	19,23%	32	3,85%	6	3,85%	6	11,54%	19	38,46%	63	23,08%	38
2024	160	19,23%	31	3,85%	6	3,85%	6	11,54%	18	38,46%	61	23,08%	37
2023	155	19,23%	30	3,85%	6	3,85%	6	11,54%	18	38,46%	60	23,08%	36
2022	151	19,23%	29	3,85%	6	3,85%	6	11,54%	17	38,46%	58	23,08%	35
2021	146	19,23%	28	3,85%	6	3,85%	6	11,54%	17	38,46%	56	23,08%	34
2020	142	19,23%	27	3,85%	5	3,85%	5	11,54%	16	38,46%	55	23,08%	33
2019	138	19,23%	27	3,85%	5	3,85%	5	11,54%	16	38,46%	53	23,08%	32
2018	134	19,23%	26	3,85%	5	3,85%	5	11,54%	15	38,46%	52	23,08%	31
2017	130	19,23%	25	3,85%	5	3,85%	5	11,54%	15	38,46%	50	23,08%	30
<b>TOTAL</b>	<b>1.156</b>		<b>222</b>		<b>44</b>		<b>44</b>		<b>133</b>		<b>445</b>		<b>267</b>
<b>MEDIO</b>	<b>116</b>		<b>22</b>		<b>4</b>		<b>4</b>		<b>13</b>		<b>44</b>		<b>13</b>
<b>TPDA*365</b>	<b>421.941</b>		<b>81.143</b>		<b>16.229</b>		<b>16.229</b>		<b>48.686</b>		<b>162.285</b>		<b>97.371</b>
LD =	70												
DD =	100												
Tasa de Crecimiento r	3,00%												
PERIODO DE DISEÑO	10												

Tabla 20 - Cálculo de TPDA en un período de 10 años

- **Número de repeticiones de ejes equivalentes**

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia. El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn. de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

La **Tabla 21**, se presenta la configuración de ejes siguiente:

Unidad	Tipo S: Simple D: Dual M: Mixto	Dimensiones Máximas (m)		Capacidad Carga Br. (t)
		Largo	Ancho	
	1 - 1 S - D	13,20	2,60	16,5
	1 - 2 S - M	13,20	2,60	20,0
	1 - 2 S - D	13,20	2,60	24,0
	1 - 1 - 1 - 1 S - D - D - D	Total = 20,00 Acoplado = 8,60	2,60	37,5
	1 - 1 - 1 - 2 S - D - D - M	Total = 20,00 Acoplado = 8,60	2,60	41,0
	1 - 1 - 1 - 2 S - D - D - D	Total = 20,00 Acoplado = 8,60	2,60	45,0
	1 - 2 - 1 - 1 S - D - D - D	Total = 20,00 Acoplado = 8,60	2,60	45,0
	1 - 2 - 1 - 2 S - M - S - M	Total = 20,00 Acoplado = 8,60	2,60	45,0
	1 - 1 - 1 S - D - D	18,00	2,60	27,0
	1 - 1 - 2 S - D - D	18,00	2,60	34,5
	1 - 1 - 3 S - D - M	18,00	2,60	37,5
	1 - 1 - 3 S - D - D	18,00	2,60	42,0
	1 - 2 - 2 S - D - D	18,00	2,60	42,0
	1 - 2 - 3 S - D - M	18,00	2,60	45,0
	1 - 2 - 2 S - D - D	Total = 18,00 Dist. e/ Ejes de Acopl.: >2,40	2,60	45,0
	1 - 1 - 1 - 1 - 1 S - D - D - D - D	Total = 20,50 Acopl.: 8,60	2,60	45,0









Nota: La altura máxima para todos los casos es de 4,10 metros.

TOLERANCIAS:  
a) 500 kg en un sólo eje o conjunto (en camiones).  
b) 500 kg en un eje o conjunto de ejes, pero no más de 1.000 kg en todo el equipo.

**VEHICULOS ESPECIALES**

Unidad	Tipo	Dimensiones Máximas (m)	
		Largo	Alto
	Omnibus Larga Distancia	14,0	4,10
	Omnibus Articulado	18,0	4,10
	Omnibus Urbano	13,20	4,10
	Transporte de Automotores	22,40	4,30

**CARGAS MAXIMAS por EJE o CONJUNTO**

Tipo	Dist. e/ Ejes (m)	Carga Máxima (t)				
		Máx.	Min.	Del Conj.	Por Eje Simple Dual	
	S	Un Eje Simple			6,0	
	D	Un Eje Dual		10,5		
	S	Tándem: con Ejes Simples	2,40	1,20	10,0	5,0
	H	Histo: Un Eje Dual, Otro Simple	2,40	1,20	14,0	5,0
	D	Tándem: con Ejes Duales	2,40	1,20	18,0	9,0
	D	Tándem: con Ejes Duales	Más de 2,40		21,0	
	H	Conjunto Triple: Dos Ejes Duales, Un Eje Simple	4,80 (Y)	2,40 (Y)	21,0	4,0
	D	Conjunto Triple: Todos los Ejes Duales	4,80 (Y)	2,40 (Y)	25,5	8,5

**Tabla 21 – Configuración de ejes de Vehículos en la República Argentina**

Para el cálculo de los EE se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de las tablas del apéndice D de la Guía AASHTO 93 para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>0.2tn</sub> )
Eje simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [P/6.6] <sup>4.0</sup>
Eje simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [P/8.2] <sup>4.0</sup>
Eje tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [P/14.8] <sup>4.0</sup>
Eje tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [P/15.1] <sup>4.0</sup>
Eje tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [P/20.7] <sup>3.9</sup>
Eje tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [P/21.8] <sup>3.9</sup>
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos en base a las correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO '93.

**Tabla 22 – Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE), para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos**

Para el diseño de un pavimento se adopta el número proyectado de EE que circularán por el carril de diseño, durante el período de análisis. El carril de diseño corresponderá al rail identificado como el más cargado de la carretera, y el resultado de este cálculo será adoptado para todos los carriles de la sección vial típica de esa vía, por tramos de demanda homogénea.

Para definir la demanda sobre el carril de diseño se analizará el tipo de sección transversal operativa de la carretera, el número de calzadas vehiculares y la distribución de la carga sobre cada carril que conforma la calzada.


La medición de la demanda estará basada en muestreos significativos del tránsito cuando no se cuenta con estaciones de pesaje que pueden generar censos de cargas por tipo de ejes. Para ello, la muestra del tráfico usuario se concentra en el tráfico pesado con la finalidad de obtener una información detallada promedio, pesando la carga real por tipo de vehículo muestreado, por tipo de ejes que lo conforman y por carga efectiva que lleva el eje. De esta manera, con las mediciones obtenidas por tipo de vehículos pesados se calculará el factor vehículo pesado de cada uno de los tipos de vehículos del camino. Este factor resulta del promedio de EE que caracteriza cada tipo de vehículo pesado identificado para el camino.

- **Factor de vehículo pesado por tipo de vehículo**

El Factor vehículo pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado seleccionado. El cálculo de factores de EE se efectuará utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados encuestados en el censo de cargas.


En las Tablas siguientes, para el cálculo del Factor de vehículo pesado (Fvp), las cargas por eje utilizadas solo son aproximadas y que se utilizaron las cargas máximas por eje cuando en realidad, el cálculo de dicho factor debe realizarse utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados encuestados en el censo de cargas y en concordancia con el Reglamento Nacional de Vehículos vigente.

El factor de equivalencia por eje y factor Camión para vehículo camión tipo 2R3 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido En este ejemplo, el peso total del camión tipo 2R3 es de 45 tn., pesando el eje delantero (E1) 6 tn., el eje posterior simple (E2) 10,5 tn. El eje delantero del remolque simple dual (E3) 10,5 tn y el eje posterior del remolque tanden dual (E4 y E5) 18 tn. Aplicando las ecuaciones de la **Tabla 22** para afirmados, pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor camión tipo 2R3 es igual a 8.079.

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Peso Máximo (Ton.)	Long. Máxima (m.)
<b>2R3</b>				Camión Tractor con 2 ejes y Remolque 3 ejes		SI-DI-DI-D2		45	20
	$EE_{S1}=(P/6.6)^4$		$EE_{S2}=(P/8.2)^4$		$EE_{T2}=(P/15.1)^4$				
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga según censo de Carga (Ton)	6,0	10,5	10,5	9,0	9,0			45	
Carga según censo de Carga (Ton)	6,0	10,5	10,5	18,0				45	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tandem				Total Factor Camión 2R3	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble	Rueda Doble					
Peso	6,0	10,5	10,5	18,0				8,079	
Factor EE	0,683	2,688	2,688	2,019					

**Tabla 23 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión 2R3 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.**

El factor de equivalencia por eje y factor Camión para vehículo camión tipo 2S2 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido En este ejemplo, el peso total del camión tipo 2S2 es de 34,5 tn., pesando el eje delantero (E1) 6 tn., el eje posterior simple (E2) 10,5 tn. y el eje posterior del remolque tandem dual (E4 y E5) 18 tn. Aplicando las ecuaciones de la **Tabla 22** para afirmados, pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor camión tipo 2S2 es igual a 5.391.-


Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Peso Máximo (Ton.)	Long. Máxima (m.)
<b>2S2</b>				Camión Tractor con 2 ejes y Semiremolque 2 ejes		SI-DI-D2		34,5	18
	$EE_{S1}=(P/6.6)^4$		$EE_{S2}=(P/8.2)^4$		$EE_{T2}=(P/15.1)^4$				
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga según censo de Carga (Ton)	6,0	10,5	9,0	9,0				34,5	
Carga según censo de Carga (Ton)	6,0	10,5	18,0					34,5	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple	Eje Tandem					Total Factor Camión 2S2	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	Rueda Doble						
Peso	6,0	10,5	18,0					5,391	
Factor EE	0,683	2,688	2,019						

**Tabla 24 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión 2S2 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.**

El factor de equivalencia por eje y factor Camión para vehículo camión tipo 2 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido. En este ejemplo, el peso total del camión tipo 2 es de 16,5 tn., pesando




el eje delantero (E1) 6 tn. y el eje posterior simple (E2) 10,5 tn. Aplicando las ecuaciones de la **Tabla 22** para afirmados, pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor camión Tipo 2 es igual a 3.371.-

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Peso Máximo (Ton.)	Long. Máxima (m.)
2				Camión con 2 ejes		SI-DI		16,5	13,2
	$EE_{S1}=(P/6.6)^4$	$EE_{S2}=(P/8.2)^4$							
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga según censo de Carga (Ton)	6,0	10,5							16,5
Carga según censo de Carga (Ton)	6,0	10,5							16,5
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple							Total Factor Camión 2
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble							
Peso	6,0	10,5							3,371
Factor EE	0,683	2,688							


**Tabla 25 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión 2 – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.**

El factor de equivalencia por eje y factor Camión para vehículo pesado maquinaria agrícola – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido En este ejemplo, el peso total de la maquinaria agrícola tipo cosechadora es de 13,5 tn., pesando el eje delantero (E1) 6 tn. y el eje posterior simple (E2) 7,5 tn. Aplicando las ecuaciones de la **Tabla 22** para afirmados, pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor camión Tipo cosechadora es igual a 2.3505.-


Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Peso Máximo (Ton.)	Long. Máxima (m.)
Cosechadora				Cosechadora				13,5	8,5
	$EE_{S1}=(P/6.6)^4$	$EE_{S2}=(P/6.6)^4$							
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga según censo de Carga (Ton)	6,00	7,50							13,5
Carga según censo de Carga (Ton)	6,00	7,50							13,5
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple							Total Factor Cosechadora
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Simple							
Peso	6,00	7,50							2,3505
Factor EE	0,6830	1,6675							

**Tabla 26 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo maquina agrícola tipo cosechadora – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.**

El factor de equivalencia por eje y factor Camión para vehículo liviano tipo camioneta – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido En este ejemplo, el peso total del vehículo liviano tipo camioneta es de 3,5 tn., pesando el eje delantero (E1) 0.85 tn. y el eje posterior simple (E2) 2,65 tn. Aplicando las ecuaciones de la **Tabla 22** para afirmados, pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor camión vehículo liviano tipo camioneta es igual a 0.0263.-

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos							Peso Maximo (Ton.)	Long. Maxima (m.)
Camioneta								2,6	5,5
	$EE_{SI}=(P/6.6)^4$	$EE_{SI}=(P/6.6)^4$							
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga según censo de Carga (Ton)	0,85	2,65						3,5	
Carga según censo de Carga (Ton)	0,85	2,65						3,5	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple						Camion Camioneta	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Simple							
Peso	0,85	2,65						0,0263	
Factor EE	0,0003	0,0260							

**Tabla 27 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo liviano tipo camioneta – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.**

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehiculos							Peso Maximo (Ton.)	Long. Maxima (m.)
Auto								1,5	5,5
	$EE_{SI}=(P/6.6)^4$	$EE_{SI}=(P/6.6)^4$							
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga según censo de Carga (Ton)	0,65	0,85						1,5	
Carga según censo de Carga (Ton)	0,65	0,85						1,5	
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple						Total Factor Camion Auto	
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Simple							
Peso	0,65	0,85						0,0004	
Factor EE	0,0001	0,0003							

**Tabla 28 – Factores de equivalencia por eje y factor vehículo liviano tipo automóvil – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido.**

El factor de equivalencia por eje y factor camión para vehículo liviano tipo auto – Afirmados, Pavimento flexible o pavimento semirrígido En este ejemplo, el peso total del vehículo liviano tipo auto es de 1,5 tn.,

pesando el eje delantero (E1) 0.65 tn. y el eje posterior simple (E2) 0,85 tn. Aplicando las ecuaciones de la **Tabla 22** para afirmados, pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor camión vehículo liviano tipo auto es igual a 0.0004.-

- **Factor de ajuste para presión de neumáticos**

Para el diseño de los pavimentos flexibles y semirrígidos tomará en cuenta, para el cálculo de EE, un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro que produce las presiones de los neumáticos sobre el pavimento flexible o semirrígido. Para el caso de afirmados y pavimentos rígidos el factor de ajuste por presión de neumáticos será igual a 1.0.

- **Cálculo de número de repeticiones de ejes equivalente de 8.2 tn.**

Para el cálculo del número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn., en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo, el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

Tipo de Vehículo	IMD <sub>pi</sub>	F <sub>d</sub>	F <sub>c</sub>	F <sub>vpi</sub>	F <sub>p</sub>	EE día carril
1	25	0,5	0,8	8,0791	1,00	80,79125
2	5	0,5	0,8	5,3907	1,00	10,78135
3	5	0,5	0,8	3,3715	1,00	6,74292
4	10	0,5	0,8	2,3505	1,00	9,40211
5	50	0,5	0,8	0,0263	1,00	0,52530
6	30	0,5	0,8	0,0004	1,00	0,00443
	<b>125</b>					<b>108,24736</b>

Tabla 29 – Cálculo de EE día carril

Donde:

IMD<sub>pi</sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)

F<sub>d</sub>: Factor direccional, según Tabla 18

F<sub>c</sub>: Factor carril de diseño, según Tabla 18

F<sub>vpi</sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Tabla 23, Tabla 24, Tabla 25, Tabla 26, Tabla 27, Tabla 28.

F<sub>p</sub>: Factor de presión de neumáticos

$$N_{rep} \text{ de EE}_{8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

$$N_{rep} \text{ de EE}_{8.2 \text{ ton}} = 108.24736 \times 11,46 \times 365 = 452.787,79$$

De esta manera no se verifica lo que menciona la bibliografía sobre, los caminos no pavimentados con afirmado (revestimiento granular), por lo cual, los mismos tendrán un rango de aplicación de número de repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño de hasta 300,000 EE de acuerdo a la

**Tabla 17**, no obstante, ello se calculará como un afirmado.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO AASHTO M-145	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM –D-2487
A – 4	CL, ML

- **Cálculo del espesor del afirmado.**

La metodología para desarrollar permitirá diseñar de manera técnica y rápida el espesor de una capa de afirmado, teniendo en cuenta la resistencia de la subrasante y el tránsito estimado para un periodo de diseño.

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adopta la ecuación del método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS), contemplada en el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC, que relaciona el valor de soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de

Esta metodología establece el espesor de diseño en función de los siguientes parámetros:

$$e = [(219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} \left( \frac{Nrep}{10} \right)$$

Donde:

$e$  = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

$$e = [(219 - 211 \times (\log_{10} 4,32) + 58 \times (\log_{10} 4,32)^2] \times \log_{10} \left( \frac{Nrep}{10} \right)$$

$$e = [(219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10} \left( \frac{452788}{10} \right)$$

$$e = 16,87 \text{ cm}$$

d) **Cálculo del espesor promedio**

Método de Cálculo	Espesor (cm)
Método del índice de grupo o HRB	22.69
Método del CBR con mezcla 2	18.66
Método ejes equivalentes	16.87
<b>Espesor Promedio</b>	<b>19.40</b>

### 3.9 Estabilizado granular con cal (Afirmado)

La estabilización por corrección granulométrica se remonta usualmente a la segunda década del presente siglo, ocurriendo en los Estados Unidos de Norteamérica, donde los primeros trabajos se realizaron con plena conciencia para mejorar los suelos que no reunían las condiciones deseadas. Cuando se diseñan mezclas de suelos, se hace para mejorar determinadas propiedades, como la granulometría que es el requisito más relevante en la fracción gruesa, ya que cuando el tamaño máximo de las partículas es demasiado grande son difíciles de trabajar, produciendo superficies muy rugosas y mezclas demasiado segregables. La plasticidad lo es en los granos finos, menores que la malla No. 40, ya que hacen difícil lograr buenas características de resistencia y de deformabilidad, además, pueden conducir a superficies demasiado lisas y fangosas cuando estén húmedas, y pulverulentas cuando estén secas.

En lo referente a la combinación de dos tipos de suelos para hacer corrección granulométrica, y producir un suelo que se encuentre dentro de los rangos granulométricos con características para una subbase o base, debe ser previamente establecida por un estudio de laboratorio o por especificaciones previamente consultadas. Se tiene un suelo que ha sido dividido en varias fracciones, donde se conocen los porcentajes que constituyen cada fracción y se desea realizar una corrección granulométrica, con la adición de los porcentajes de otro suelo, donde su granulometría es conocida.

Por ende, la estabilización de un suelo puede lograrse simplemente por la adecuada distribución de las diversas porciones de diámetro de los granos, llamada estabilización granulométrica.

En líneas generales, la distribución de las porciones de tamaños diferentes es tal que los vacíos de los granos más grandes son llenados por los granos medios, y los vacíos de ellos, por los finos. El conjunto, de estructura densa, representa un producto de masa específica aparente superior a la de los componentes,



lo que le da mayor resistencia e impermeabilidad, además de exigir, en el caso del uso de algún aglomerante, como cemento, asfalto, cal y otros, el mínimo consumo de ese aglomerante.

Este de tipo de estabilización está basado en la mezcla de suelos naturales, pero, solamente en combinaciones binarias, es decir, de dos suelos. Si bien el laboratorio puede arrojar mezclas de dos o más suelos con el objeto de llevar adelante diferentes investigaciones sobre sus resultados, parece ocioso señalar que, en la práctica constructiva de caminos rurales, esta mezcla no es ni habitual ni económica.

La proporción de materiales granulares con limos arcillo limosos en las mezclas debe ser precisa, ya que un exceso de los primeros desembocaría en la falta relativa de cohesión, es decir de cementación, en tanto que una proporción excesiva de los segundos provocaría fenómenos de inestabilidad por entumecimiento con aumento de humedad.

La compacidad del suelo es básica para conseguir una estabilización adecuada, además de aumentar la densidad seca, disminuye el índice de huecos y, con ello, la permeabilidad, algo trascendental para favorecer la insensibilidad al agua. Pero, al estar más compactado el suelo, las diferentes partículas que lo constituyen están más próximas entre sí y presentan más puntos de contacto y fricción, incrementándose el rozamiento total de la masa del terreno. Más aun las partículas limo-arcillosas intercaladas entre aquellas de mayor tamaño, teniendo contacto con ellas, actúan más eficazmente desde el punto de vista de su "valor cementante", por efecto de la cohesión que aportan.

Todos los materiales deberán cumplir los requerimientos de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de DNV, no obstante, cuando en un determinado proyecto de pavimentación se requiera especificaciones nuevas concordantes con el estudio o que amplíen, complementen o reemplacen a las especificaciones generales, el autor del proyecto o el ingeniero responsable de suelos y pavimentos deberá emitir las especificaciones especiales para ese proyecto y sólo será aplicable para su ejecución.

### **3.9.1 La dosificación de la mezcla**

Para conseguir la máxima compacidad, y siguiendo la curva de Fuller (1907) para mezclas bien graduadas de áridos en la preparación de hormigones, Talbot estableció la ecuación:

$$P = 100 \times \left(\frac{d}{D}\right)^n$$

En la que:

P = %, en peso de partículas, que pasan por el tamiz de abertura d

D = Máximo tamaño de las partículas en cada caso (abertura máxima del tamiz correspondiente)

n = Exponente función de los valores de D, y que varía entre 0.11 y 0.5

Estableciéndose los siguientes valores de n

Para

D = 2"	n = 0.5
D = 1 ½ "	n = 0.4
D = 1"	n = 0.33
D = 3/8"	n = 0.22

Siempre es posible, partiendo de un tamaño máximo cualquiera, obtener una curva de gradación tal que, cumplida una mezcla de materiales podamos construir un revestimiento perfectamente estable, pero razones constructivas y de sistematización de especificaciones, han puesto un límite superior a ese tamaño, relacionado con el espesor del afirmado a construir. Por razones de facilidad de construcción y lisura superficial el tamaño máximo del material estará comprendido entre 1/3 a 1/4 del espesor de la capa del afirmado.

$$\frac{1}{3} e < D < \frac{1}{4} e$$

Entonces para e = 19.40 cm tenemos que el tamaño máximo del agregado en milímetros estará entre:

$$48,5 < D < 64,66$$

No obstante, para evitar la disgregación se propone un tamaño de 1" (25,4 mm). Tenemos que si aplicamos la ecuación de talbot para un tamaño máximo de D = 1", utilizando la serie de tamices que figura en las especificaciones de la AASHTO se tiene:

$$P = 100 \times \left( \frac{d}{25,4} \right)^{0.33}$$

Y comparando los resultados con los usos para 1" de AASTHO y sus valores medios tendríamos:

Tamiz	Abertura en mm	% que pasa		
		Talbot	AASTHO	Promedio AASTHO
1"	25,4	100	100	100
¾"	19,00	90,86	80-100	90
3/8"	9,00	72,28	50-90	70
N° 4	4,76	57,54	40-75	57,5
N° 10	2,00	43,22	30-55	42,5
N° 40	0,42	25,82	20-35	27,5
N° 200	0.074	14,56	10-20	15

Estas especificaciones tienen ciertas condiciones complementarias con el fin de permitir cierto margen de tolerancia; así, por ejemplo, se puede admitir hasta un 5 % de partículas mayores de 1" siempre y cuando pasen el 100 % del tamiz 1 ¼".

Otra condición complementaria relativa a los finos del suelo estabilizado que son aquellos que pasan por el tamiz 40, compuesto por limo, arcilla y arenas que controla la proporción de estos materiales en el conjunto, exige que la fracción que pase por el tamiz N° 200 no exceda de las 2/3 partes de fracción que pasa el tamiz N° 40.

$$\frac{PT\ 200}{PT\ 40} = \frac{Pasa\ Tamiz\ N^{\circ}\ 200}{Pasa\ Tamiz\ N^{\circ}\ 40} < 2/3$$

De esta manera obtendríamos los porcentajes de la mezcla más adecuada con el porcentaje que pasa por cada tamiz

No obstante, debería adquirirse una fracción de agregado comercial que más se aproxime al tamaño adecuado o bien utilizarse fresado de pavimento asfáltico corregido.

### 3.9.2 Cálculo de materiales

Si bien la mezcla utilizar tendría un tamaño máximo de 25,4 mm los estudios se realizaron un agregado pétreo 6-19 mm

**Mezcla 2 - dosificación: 60% suelo del lugar - 40% piedra 6/19**

✓ Espesor de la capa = 19,40 cm adoptado 20,00 cm.

Espesor del camino (m)	Longitud del camino (m)	Ancho del camino estabilizado (m)	Volumen Total (m3)
0.20	10090,20	7,00	14.126,28

Tabla 30 – Dimensiones del afirmado del camino

### Mezcla 2 - dosificación: 60% suelo del lugar - 40% piedra 6/19 mm

#### Cálculo de los materiales

Ancho de coronamiento	7,00 m
Espesor de la capa	0,20 m
Distancia de tiro	1,00 m
Porcentaje en peso de Material 1 (Suelo seleccionado)	40,43%
Porcentaje en peso de Material 2 (Agregado petreo basaltico)	59,57%
Peso Volumetrico Seco maximo de la Mezcla	2250,00 Kg/m3
Grado de compactacion de la mezcla	95,00%
Peso Volumetrico Seco del material 1 (suelo seleccionado)	1240 Kg/m3
Peso Volumetrico Seco del material 2 (agregado petreo basaltico)	2740 Kg/m3
Volumen compacto necesario por ml de camino	1,400 m3/ml
Peso del volumen necesario (Wa)	2992,5 kg/ml
Peso del material 1 (Suelo seleccionado)	1209,87 kg/ml
Peso del material 2 (Agregado Petreo basaltico)	1782,63 kg/ml

Volumen Suelto del material 1 (suelo) por ml de camino	0,98 m3/ml
Volumen Suelto del material 2 (agregado) por ml de camino	0,65 m3/ml
% en volumen del material 1 (suelo) por ml de camino	60,00%
% en volumen del material 2 (agregado por ml de camino)	40,00%

Cálculo de materiales en peso y volumen			
Suelo Seleccionado	60 %	9.845,01 m3	12.207,80 tn.
Agregados pétreos 6/19	40 %	6.564,64 m3	17.987,12 tn.

Tabla 31 – Estimación de materiales a colocar en el afirmado

## Capítulo 4. Etapas constructivas de mejora del camino

Las etapas constructivas para la mejora del camino bajada del Km 353 de la Ruta Nacional N° 8 denominado CM01-Z4 se compone de varias etapas, las cuales pueden ser ejecutadas secuencialmente.

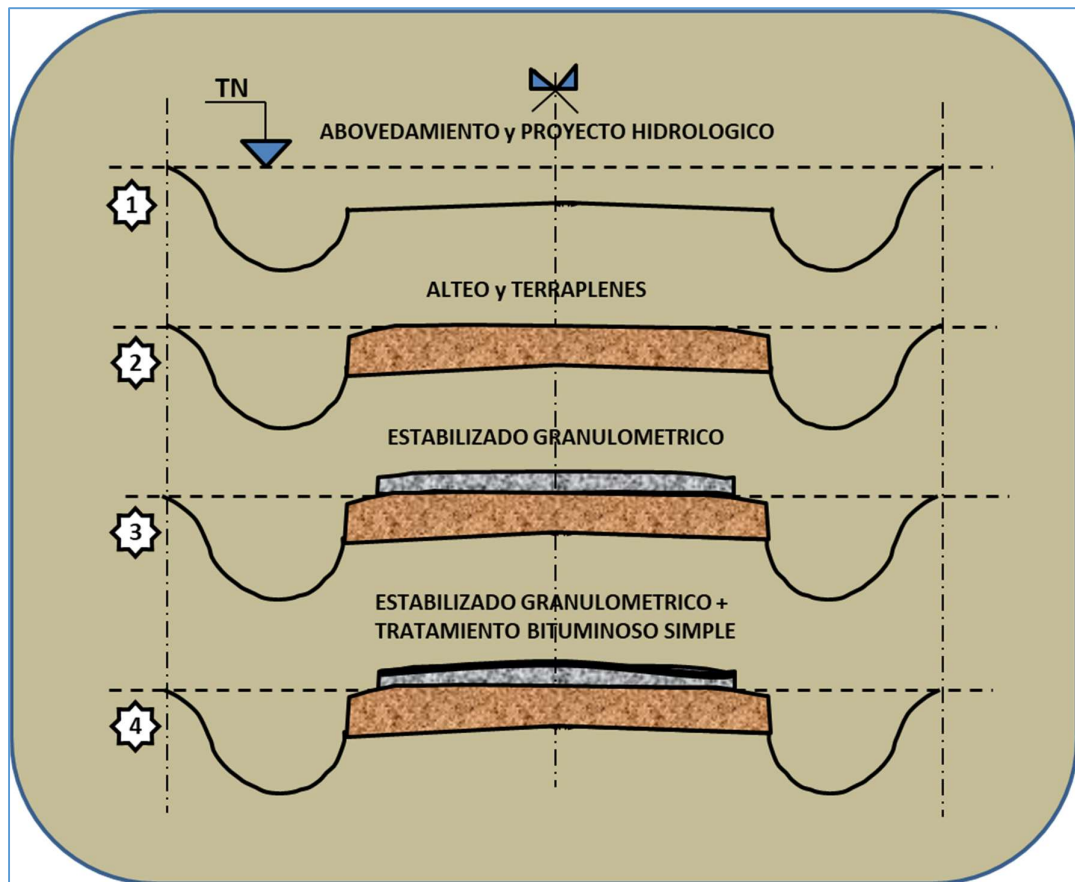


Figura 54 – Etapas secuenciales de trabajos a ejecutar para la mejora del camino

El esquema de **Figura 54**, muestra el esquema secuencial de obras a ejecutar para lograr un proyecto de camino con alta eficiencia de respuesta al uso y excelente nivel de servicio.

### Etapa 1 – Ejecución del Perfil transversal del terreno

#### Rubro 1.1 – Ejecución de zanjas laterales

- ✓ ítem 1.1 Limpieza, desbosque y destronque del perfil longitudinal del camino en la zona de cunetas
- ✓ ítem 1.2 Excavación del perfil de cunetas

#### Rubro 1.2 – Ejecución del proyecto hidrológico



- ✓ ítem 1.2.1 Ejecución de alcantarillas longitudinales
- ✓ ítem 1.2.2 Ejecución de alcantarillas transversales
- ✓ ítem 1.2.3 Ejecución de alcantarillas en cruces de calles
- ✓ ítem 1.2.4 Ejecución de Puente Alcantarilla Tipo A2 – DPV
- ✓ ítem 1.2.5 Reparación de alcantarilla existente (puente Mimiza) – (Alternativa ítem 1.2.4)

## **Etapas 2 – Alteo del Camino – Construcción de la subrasante**

### Rubro 2.1 – Perfilado del camino

- ✓ ítem 2.1.1 Movimiento de Suelos para la ejecución de terraplenes
- ✓ ítem 2.1.2 Movimiento de Suelos para la ejecución de excavaciones
- ✓ ítem 2.1.3 Abovedamiento, emparejamiento y recompactación de la superficie existente.

## **Etapas 3 – Afirmado de la Subbase – Estabilizado granular**

### Rubro 3.1 – Ejecución de Subbase

- ✓ ítem 3.1.1 Ejecución de estabilizado granular
- ✓ ítem 3.1.2 Ejecución de estabilizado con aporte de RAP (alternativa ítem 3.1.1)
- ✓ ítem 3.1.3 Ejecución de estabilizado con agregado destape de cantera (0-25mm) (alternativa ítem 3.1.1)
- ✓ ítem 3.2.1 Ejecución de banquetas suelo compactado con cal

## **Etapas 4 – Capa de rodamiento**

No será ejecutada en este proyecto.

### **4.1 Etapas 1 - Proceso constructivo del perfil transversal del camino del camino**

#### **1.1.1. Limpieza, desbosque y destronque del perfil longitudinal del camino**

Estas tareas comprenden el acondicionamiento del terreno lateral en ambos lados del camino CM01-Z4 desde la Progresiva 5300 m hasta la Progresiva 15690,20 m, tramo en el cual se realizarán trabajos de desmalezamiento, extracción de arbustos pequeños y árboles de mediano porte, además de la excavación que demanda el retiro de la vegetación superficial. Incluyen también las tareas de limpieza a realizar en las cunetas de los tres tramos del camino estudiado.

Las tareas incluyen los trabajos de, desbosque, destronque y desmalezamiento o limpieza de toda vegetación (incluyendo la extracción de raíces) cualquiera sea su magnitud o volumen. La excavación efectuada con el objeto de remover troncos, raíces, etc., será rellenada con material adecuado, que deberá apisonarse de manera que la superficie que se obtenga posea un grado de capacidad igual a la del terreno adyacente. Del mismo modo se procederá ante eventuales desmoronamientos de los taludes

existentes. El producto del desbosque, destronque, limpieza y emparejamiento deberá ser distribuido o dispuesto en la forma que indique el Municipio dentro de la zona de obra. El Contratista será el único responsable de los daños que dichas operaciones puedan ocasionar a terceros.

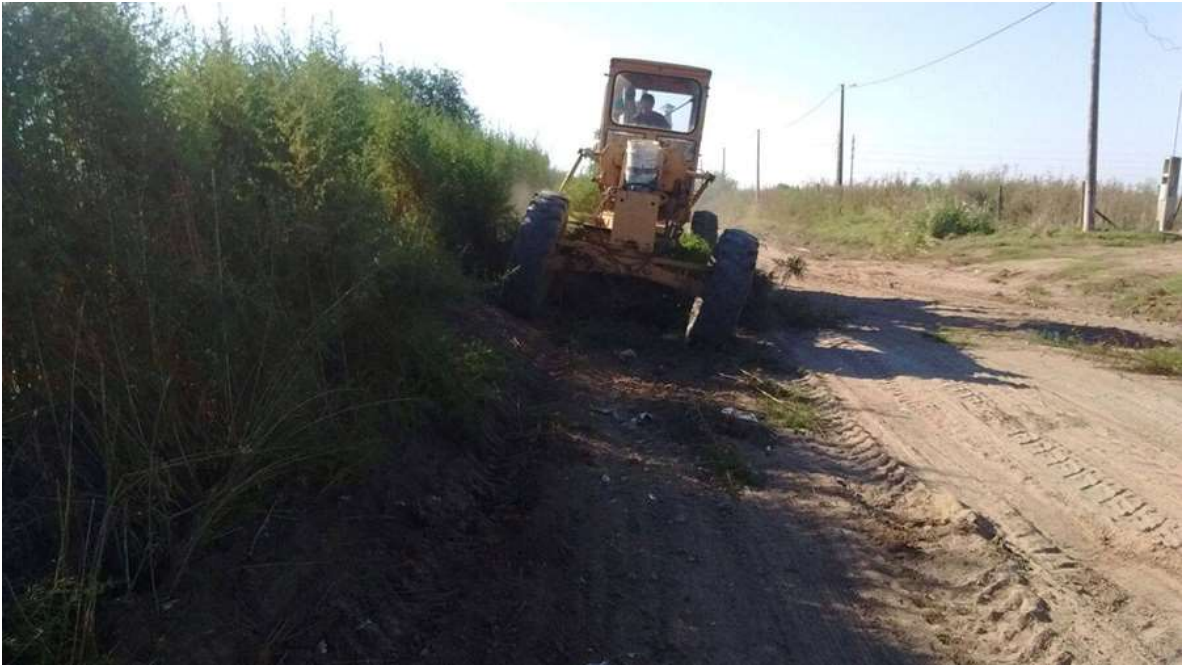


Figura 55 – Limpieza, desbosque y destronque del perfil longitudinal del camino

**Se consideran a los efectos del cómputo y el presupuesto que se limpiaran 80.736,00 m2.**

## Capítulo 5 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas que incorporamos a este proyecto están relacionadas con los trabajos a realizar para la ejecución de la mejora del camino CM01 -Z4. Las mismas **Pliego de Especificaciones Técnicas Ambientales Generales de la Prov. de Buenos Aires (PETAG)**.

Las mismas están agrupadas de acuerdo con los rubros a ejecutar

Etapa 1 – Perfil deseable del terreno	Rubro 1.1 – Ejecución de zanjas laterales	ítem 1.1.1 - Limpieza, desbosque y destronque del perfil longitudinal del camino en la zona de cunetas	CAPÍTULO II: MOVIMIENTO DE SUELOS (PETAG)	Sección 2: limpieza del terreno, desbosque y destronque
		ítem 1.1.2 – Desmante del perfil de cunetas		Sección 1: movimiento de suelos, generalidades Sección 4: Desmante o excavación Sección 11: Zanjas de desagüe
	Rubro 1.2 – Ejecución del proyecto hidrológico	ítem 1.2.1 - Ejecución de alcantarillas longitudinales – $\Phi$ 600 mm – Hormigón	CAPÍTULO L: MATERIALES Y TAREAS VARIAS (DNV 1998)	Sección I-VIII: caños de hormigón armado
		ítem 1.2.2 - Ejecución de alcantarillas transversales – $\Phi$ 600 mm – Hormigón		Sección I-VIII: caños de hormigón armado
		ítem 1.2.3 - Ejecución de alcantarillas transversales cruce de caminos – $\Phi$ 800 mm – Hormigón		Sección I-VIII: caños de hormigón armado
	Rubro 1.3 – Reparación Puente alcantarilla Mimiza - (Alternativa Rubro 1.4)	ítem 1.3.1 – Excavación para obras de Arte	CAPÍTULO II: MOVIMIENTO DE SUELOS (PETAG)	Sección 4: Desmante o excavación
		ítem 1.3.2 – Ejecución de cabezales de protección con gaviones.	CAPÍTULO J: PIEDRAS PARA MAMPOSTERÍA, REVESTIMIENTOS Y DEFENSAS (DNV 1998)	Sección J.I - piedras para mampostería, revestimientos y defensas de bolsas de alambre (gaviones) disposiciones generales - edición 1998
		ítem 1.3.3 – Ejecución de suelo Cemento		Sección 1: movimiento de suelos, generalidades
		ítem 1.3.4 – Colocación de colchonetas tipo Reno.	CAPÍTULO J: PIEDRAS PARA MAMPOSTERÍA, REVESTIMIENTOS Y DEFENSAS (DNV 1998)	Sección J.I - piedras para mampostería, revestimientos y defensas de bolsas de alambre (gaviones) disposiciones generales - edición 1998

		<b>ítem 1.3.5 –</b> Colocación de tubos de H°S– Ø 800 mm– Hormigón	<b>CAPÍTULO I:</b> MATERIALES Y TAREAS VARIAS (DNV 1998)	<b>Sección I-VIII:</b> caños de hormigón armado
	<b>Rubro 1.4 –</b> Ejecución de Puentes Alcantarilla Mimiza	<b>ítem 1.4.1</b> Ejecución de Puente Alcantarilla Tipo A2 – DPV		
<b>Etapa 2 –</b> Alteo del Camino – Construcción de la subrasante	<b>Rubro 2.1 –</b> Perfilado del camino	<b>Item 2.1.1</b> Movimiento de Suelos para la ejecución de terraplenes	<b>CAPÍTULO II:</b> MOVIMIENTO DE SUELOS (PETAG)	<b>Sección 3:</b> Movimiento de suelos para ejecución de terraplén
		<b>Item 2.1.2</b> Movimiento de Suelos para la ejecución de excavaciones		<b>Sección 4:</b> Desmonte o excavación
		<b>Item 2.1.3</b> Abovedamiento, emparejamiento y recompactación de la superficie existente.		<b>Sección 6:</b> perfilado y recompactación de subrasante <b>Sección 9:</b> Compactación
		<b>Item 2.1.4</b> Mejoramiento de Subrasante con cal.	<b>CAPÍTULO III:</b> SUBBASES Y BASES (PETAG)	<b>Sección 1:</b> construcción de capas de suelo seleccionado
<b>Etapa 3 –</b> Afirmado de la Subbase – Estabilizado granular	<b>Rubro 3.1 –</b> Ejecución de Subbase	<b>Item 3.1.1 -</b> Ejecución de estabilizado granular	<b>CAPÍTULO III:</b> SUBBASES Y BASES (PETAG)	<b>Sección 4:</b> construcción de base de estabilizado granular
		<b>Item 3.1.2 -</b> Capa de aporte de RAP (alternativa ítem 3.1.1)		<b>Sección 5:</b> construcción de base de estabilizado granular con material reciclado del pavimento existente, suelo seleccionado y material corrector: ligante hidráulico y/o agregado pétreo virgen
	<b>Rubro 3.2 –</b> Ejecución de Banquinas compactadas	<b>Item 3.1.3 –</b> Ejecución de Banquinas compactadas		<b>Sección 10:</b> Banquinas

## Capítulo 6 Cuantificación de la Obra

En la tabla siguiente se expresan las cantidades de obras a ejecutar

Etapa de Obra	Rubro	Descripción del Ítem	Cantidad	Unidad
Etapa 1 – Perfil deseable del terreno	Rubro 1.1 – ejecución de zanjas laterales	Item 1.1.1 - Limpieza, desbosque y destronque del perfil longitudinal del camino en la zona de cunetas	8,0736	has
		Item 1.1.2 – Desmonte del perfil de cunetas	24.062,01	m3
	Rubro 1.2 – ejecución del proyecto hidrológico	Item 1.2.1 - Ejecución de alcantarillas longitudinales – $\Phi$ 600 mm – Hormigón con cabezales	120,00	ml
		Item 1.2.2 - Ejecución de alcantarillas transversales – $\Phi$ 600 mm – Hormigón con cabezales	30,00	ml
		Item 1.2.3 - Ejecución de alcantarillas transversales cruce de caminos– $\Phi$ 800 mm– Hormigón con cabezales	36,00	ml
	Rubro 1.3 – Reparación Puente alcantarilla Mimiza - (Alternativa Rubro 1.4)	Item 1.3.1 – Excavación para obras de Arte	60,00	m3
		Item 1.3.2 – Ejecución de cabezales de protección con gaviones.	54,00	Ud
		Item 1.3.3 – Ejecución de suelo Cemento	40,00	m3
		Item 1.3.4 – Colocación de colchonetas tipo Reno.	16,00	Ud
		Item 1.3.5 – Colocación de tubos de Diam. 0.800.	4,00	ml
	Rubro 1.4 – Ejecución de Puentes Alcantarilla Mimiza	Item 1.4.1 Ejecución de Puente Alcantarilla Tipo A2 – DPV	1	Unidad
Etapa 2 – Alteo del Camino – Construcción de la subrasante	Rubro 2.1 – Perfilado del camino	Item 2.1.1 Movimiento de Suelos para la ejecución de terraplenes	16.125,83	m3
		Item 2.1.2 Movimiento de Suelos para la ejecución de excavaciones	1.912,80	m3
		Item 2.1.3 Abovedamiento, emparejamiento y recompactación de la superficie existente.	100.090,20	m2



		Item 2.1.4 Mejoramiento de Subrasante con cal.	10.009,02	m2
<b>Etap 3 –</b> Afirmado de la Subbase – Estabilizado granular	<b>Rubro 3.1 –</b> Ejecución de Subbase	Item 3.1.1 - Ejecución de estabilizado granular agregados 6-19 mm	70.631,40	m2
		Item 3.1.2 – Ejecución de Estabilizado con RAP (alternativa ítem 3.1.1)	70.631,40	m2
		Item 3.1.3 – Ejecución de Estabilizado con Agregados Destape de Cantera (0-25mm )(Alternativa ítem 3.1.1)	100.902,00	m2
	<b>Rubro 3.2 –</b> Ejecución de Banquinas compactadas	Item 3.2.1 – Ejecución de Banquinas compactadas	30.270,60	m2

**Tabla 32 – Cómputos de obras a ejecutar**

La **Tabla 32 – Cómputos de obras a ejecutar**, tiene las siguientes observaciones:

- ✓ El Ítem 1.4.1 Ejecución de Puente Alcantarilla Tipo A2 – DPV es una alternativa a todos los ítems descriptos en el Rubro 1.3 – Reparación Puente alcantarilla Mimiza
- ✓ El Ítem 3.1.2 – Ejecución de Estabilizado con RAP es una alternativa que reemplaza al ítem 3.1.1 - Ejecución de estabilizado granular agregados 6-19 mm
- ✓ El Ítem 3.1.3 – Ejecución de Estabilizado con Agregados Destape de Cantera (0-25mm) es una alternativa constructiva al ítem 3.1.1 - Ejecución de estabilizado granular agregados 6-19 mm y al ítem 3.2.1 – Ejecución de Banquinas compactadas.

No obstante, el Anexo 7.1 posee un detalle más exacto de los recursos involucrados en la ejecución del camino, divididos en ejecución, materiales y transporte.

## Capítulo 7 Costos

---

### 7.1 Presupuesto.

Un presupuesto de obra es la presentación por escrito del costo de una obra o proyecto y estará compuesto por una serie de ítems y sub-ítems dentro de las cuales deberán de estar todos los conceptos que comprenden la obra a realizar, en el presupuesto se nos indicará el costo de cada uno de los conceptos mediante un precio previamente analizado, obteniendo el costo total unidad de medida del ítem y sub-ítem para que finalmente la suma de todas nos dé el costo total por ejecutar dicha obra.

En el medio se conocen básicamente dos tipos de presupuestos: el primero es el que se presenta a una **empresa privada o particular** y el segundo el que se presenta a una **organización pública o gubernamental**, en el medio de la construcción un presupuesto se puede presentar por diferentes motivos: por solicitud directa de un particular, por una invitación de un particular o dependencia para concursar o por una licitación pública que generalmente publican las dependencias gubernamentales y en algunas ocasiones las empresas privadas.

La importancia de la elaboración detallada del presupuesto de obra en un proyecto de construcción es muy considerable por ser el documento básico que establece el marco económico para la ejecución de las obras. De los valores conseguidos, saldrán los precios que competirán con otros licitantes y harán, ganar o perder la adjudicación y en el peor de los casos, causar pérdidas económicas en la ejecución de la obra. Su redacción deberá ser clara, concisa y muy cuidada, con gran exactitud de las mediciones y adaptado a los precios del mercado local y actual. Por la falta de rigurosidad en los conceptos antes mencionados salen la mayor parte de los problemas que aparecen en obra.

Los presupuestos que se presentan para particulares generalmente se componen de los siguientes documentos:

- 1.- Por una carátula como parte inicial de la presentación del presupuesto ante el cliente.
- 2.- El desarrollo por escrito de cada uno de los conceptos de trabajo a realizar, los cuales deberán estar perfectamente claros en cuanto alcances, materiales y en su caso método constructivo.
- 3.- De un resumen, en el cual se presentará el monto total del costo de los trabajos solicitados por el cliente, las condiciones de los trabajos a realizar, alcances administrativos de acuerdo a lo antes convenido junto con el cliente, formas de cobro, tiempo de ejecución de los trabajos, sanciones en caso de retrasos de los trabajos, etc.

- 4.- Análisis del precio unitario de cada uno de los conceptos de trabajos a ejecutar.
- 5.- Explosión de insumos, que es el desglose de cada uno de los materiales a utilizar para el proceso de los trabajos, compuesto por el tipo de material, su unidad de volumen y su costo.
- 6.- Números generadores para respaldar los volúmenes
- 7.- Programa de obra para definir en tiempos reales las fechas de ejecución de cada uno de los conceptos a realizar, definiendo con precisión la fecha de inicio de las actividades, así como la fecha de finalización de estas, los cuales podrán ser dados en días, semanas o meses.
- 8.- Finalmente cuando para ciertos trabajos se requiere subcontratar el servicio de mano de obra especializada no común, la compra de equipos especiales como elevadores, subestaciones eléctricas etc., materiales no comunes, se presentará al cliente una lista de proveedores, cotizaciones y en su caso facturas cuando ya se haya realizado la compra, para soportar el costo o precio unitario de cada concepto de trabajo.

Para iniciar con el desarrollo o formación de un presupuesto de obra es necesario contar con los planos del proyecto que estarán involucrados en el presupuesto, es decir, los planos de fabricación o de taller y los planos de montaje con sus respectivos planos de detalles, los cuales deberán estar perfectamente definidos, legibles y completos. Para la elaboración del presupuesto es recomendable haber realizado previamente una visita al lugar de la obra para así poder presentar un costo por la fabricación y principalmente para determinar el método de montaje de la estructura, el cual representa un porcentaje considerable en el costo del presupuesto.

Es importante mencionar que en la actualidad, refiriéndonos a presupuestos para particulares, como parte inicial del desarrollo de un proyecto se presenta un presupuesto general o base el cual estará compuesto de todas las etapas necesarias para su terminación para así tener un monto más real en cuanto a costo del proyecto y tiempo de ejecución, esta etapa resulta muy importante ya que de ésta se toman decisiones definitivas para los tiempos de terminación de la obra, así como de su costo, por ejemplo, se pueden hacer el cambio de material propuesto en el presupuesto por otro tipo de material que quizás resulte más económico pero con un proceso constructivo o de fabricación más tardado y por el contrario se utilizan materiales más caros pero que su proceso de fabricación y construcción es más rápido. Todas estas decisiones se toman en función de las necesidades del propietario o cliente. Una vez definido todo lo anterior lo que normalmente se acostumbra es en 36 dividirse por etapas el presupuesto general o base. Esta costumbre de tipo de trabajo se puede dar por diferentes motivos, por ejemplo:

- a.- La falta de fluidez económica.
- b.- Indefiniciones de proyecto.
- c.- Por la variación de precios en los materiales.

## **7.2 Estructuración de un presupuesto.**

La estructuración de un presupuesto estará formada por una serie de ítems, las cuales a su vez estarán compuestas por conceptos de trabajo, estos conceptos tendrán una unidad de obra o de medida, seguida de una medida lineal una superficie o un volumen y finalmente de un precio (P.U. Precio Unitario).

En el anexo 8.1 se presenta un índice de los ítems que componen el presupuesto, que a nivel general contiene las partidas más comunes de una obra, siguiendo generalmente una secuencia lógica del proceso de construcción. Esta es la lógica de las presentaciones que se realizaron a Vialidad Nacional u Provincial dividiendo al mismo en tres grandes Recursos:

- ✓ Los Materiales
- ✓ La Ejecución de obra
- ✓ El Transporte de los materiales

## **7.3 Conceptualización de un ítem de obra**

La conceptualización es la formación y descripción de cada uno de los ítems que formaran parte del proceso constructivo para la ejecución y terminación de una obra. El ítem del trabajo a ejecutar deberá estar perfectamente descrito y claro de acuerdo con los planos y especificaciones, es decir los requerimientos exigidos por el proyecto para definir con claridad el alcance y límites de cada ítem de trabajo, para cumplir con esto se deberá de tener perfectamente estudiados los planos generales y de detalles. Las especificaciones (ver Capítulo 6), de un concepto deben de cumplir con las siguientes características:

- a) Descripción clara del ítem.
- b) Materiales que intervienen.
- c) Alcance del concepto.
- d) Unidad de medida.

e) Métodos de ejecución.

La determinación del número de ítems de obra estará en función del análisis y estudio que se les haga a los planos, entre mejor sean estudiados mayor será el número de conceptos. Normalmente y como recomendación la conceptualización de un presupuesto se deberá estructurar de una manera lógica, conforme al proceso constructivo, es decir, se deberá partir desde donde se considere que se inicia el proceso de fabricación del elemento o proceso concebido, y hasta donde se considere que se encuentra en calidad de entrega, tomando en cuenta, desde un principio, los alcances y restricciones del proyecto.

#### **7.4 Precio unitario.**

El precio unitario es el costo por unidad de obra (m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ml, pieza, kg, etc.) de un ítem o trabajo, que se tendrá que pagar a un contratista, empresa o maestro de obra por haberlo ejecutado según ciertas especificaciones, características y alcances, requeridas y especificadas con anterioridad.

El precio unitario de un ítem de trabajo estará compuesto de la siguiente estructura:

- a)  $PU = \text{COSTO DIRECTO} + \text{COSTO INDIRECTO} + \text{COSTO POR FINANCIAMIENTO} + \text{UTILIDAD} + \text{IMPUESTOS.}$
- b)  $PU = \text{COSTO DIRECTO} + \text{COSTO INDIRECTO} + \text{IMPUESTOS}$

La estructura que presenta el precio unitario tipo a) es el modelo típico que se presenta cuando el presupuesto será ejecutado por un contrato llevado a cabo por una empresa.

La estructura que presenta el precio unitario tipo b) es la forma típica y que generalmente se presenta cuando el contrato será llevado adelante por administración del comitente o el estado, este caso no existe ni el Beneficio ni los Gastos Financieros

El **Costo Directo** estará compuesto por la suma del costo de todos los insumos o materiales, mano de obra, maquinaria y equipo necesario para la realización de un concepto de trabajo o ítem o de obra, en donde se deberá de considerar la importancia de integrar hasta el más mínimo elemento necesario para la ejecución del concepto, ya que de un buen análisis depende el éxito de la obra.

El **Costo Indirecto** estará compuesto por aquellos gastos que no se consideraron y que no pueden estar dentro del Costo Directo pero que son necesarios para la ejecución del proyecto, tales como los gastos por la Administración de Obra, Administración Central, Financiamiento en su caso, Fianzas y Seguros e Imprevistos.



La **Utilidad o Beneficio**, es la ganancia que debe tener toda empresa, considerada de acuerdo con el esfuerzo técnico, administrativo, económico o de complejidad para cumplir con la terminación del proyecto.

El **Costo por Financiamiento**, es un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponden a los gastos derivados por la inversión de recursos propios de la empresa para dar cumplimiento con el inicio en la ejecución de los trabajos que se deberán cumplir dentro de un calendario de obra.

Los **Impuestos** son los gastos que debe realizar el contratista por estar convenidos como obligaciones adicionales o porque derivan de un impuesto o un derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos, como por ejemplo el IVA, los ingresos brutos o un impuesto local o provincial o por gastos de supervisión de la misma dependencia.

Aunque ésta es una referencia de cómo integrar un Precio Unitario, en la realidad existen variaciones en los criterios para la integración de un Precio Unitario, por ejemplo, el tipo de proyecto, es decir, el proyecto puede ser público, o bien de la iniciativa publico privada o bien por administración.

#### **7.4.1 El costo Directo**

Para la integración del precio unitario es importante conocer las características generales de los **materiales**, sus costos y comportamiento en el mercado, calidades, existencia, modo de empleo, tipo y tiempo de entrega, tipo de almacenamiento, riesgos, etc.

En cuento a los materiales que integran la obra, tenemos en cuenta los siguientes aspectos:

- Materiales: a. Precio de materiales en yacimiento b. Precio de materiales a pie de obra
- Transportes a. De los materiales de yacimientos a obra b. De los materiales elaborados al lugar de colocación

En este caso en particular presentamos el precio de los materiales puesto en fábrica o cantera y se discrimina por otra parte el transporte al pie de la obra.

La **mano de obra** es quizá uno de los puntos más delicados de un precio unitario, ya que de esta depende la ejecución de los trabajos, se deberá hacer un análisis muy minucioso para determinar los rendimientos reales de cada actividad, para de esta forma no elevar el costo del precio unitario, y contrariamente no castigar la mano de obra. En cuento a la mano de obra que integra el apartado de construcción, tenemos en cuenta los siguientes aspectos:

- Personal especializado b. Oficiales c. Ayudantes d. Equipo profesional

En cuanto a los equipos que integran el apartado de ejecución debemos tener en cuenta los siguientes ítems:

- Equipos a. Amortización b. Intereses c. Reparaciones y repuestos d. Consumo de combustibles e. Consumo de lubricantes

### **7.5 Presupuesto de Obra.**

De acuerdo con lo esbozado en los apartados anteriores se ha calculado el presupuesto de obra para el camino identificado como Z401 (bajada de la Ruta Nacional N° 8 Km 353) que tiene unos 10 km de longitud y 10 metros de ancho.

El presupuesto se presenta de varias maneras:

- a) Presupuesto de Obra a ejecutar por empresa
- b) Presupuesto de Obra a ejecutar por administración

Cada una de estas tipologías de contrato, presenta tres (3) alternativas:

- a) Estabilizado granular agregado basáltico (6-19 mm)
- b) Estabilizado con reciclado de pavimento RAP
- c) Estabilizado con agregado basáltico de destape de cantera (0-25 mm)

## **Capítulo 8 Conservación y mantenimiento de caminos rurales**

---

### **8.1 Introducción**

Hoy, los caminos vecinales poco a poco se han ido integrando a lo que es la infraestructura vial de una región, pues cada vez han adquirido más importancia, dado que son esenciales para el desarrollo social y económico de ciertas comunidades poco numerosas, ubicadas en regiones distantes con respecto del sector metropolitano o de las vías primarias que conforman la red vial del distrito.

Sin embargo, con el transcurrir de los años, estos caminos han empezado a mostrar signos de descuido y abuso por parte de las personas que transitan en ellos, y de continuar dicha situación se puede llegar a un punto, donde se encontrarán caminos en estado completamente deplorable debido a la falta de conservación, lo cual generaría una gran inversión económica para volver a reconstruir y habilitar los caminos vecinales defectuosos.

En Venado Tuerto, la conservación de caminos vecinales no se realiza en forma efectiva y oportuna, lo cual se debe a la administración tan mediocre de las rutas, donde no se implanta el concepto de gestión vial. El estado de la mayoría de los caminos es regular o malo, sólo una pequeña parte de las vías se encuentran en buen estado, pero no se puede asegurar que permanezcan en esa condición por mucho tiempo, esto hace que las comunidades que necesitan de dichos caminos y se benefician de ellos para poder desplazarse de un lugar a otro, se sientan insatisfechas y disconformes con la infraestructura vial. Además, cuando se realizan los trabajos de mantenimiento en su mayoría, éstos no se ajustan a los parámetros de calidad establecidos, pues muchos de esos caminos están en manos de las municipalidades, las cuales carecen de organización para ejecutar dichas labores de la manera adecuada, esto provoca que las personas que utilizan las vías sean afectadas.

Es importante recalcar que los pobladores que obtienen dichos beneficios también deben colaborar con el mantenimiento de los caminos vecinales, pues la responsabilidad no es sólo de las instituciones encargadas, sino es una labor que deben practicar conjuntamente los vecinos de la comunidad y las municipalidades.

Debido a toda la problemática expuesta, el principal objetivo de este capítulo proyecto es desarrollar una metodología para evaluar caminos vecinales, así valorar el estado de los caminos vecinales para la

programación de la conservación vial. Para llevar a cabo dicha tarea se deben seguir ciertos aspectos importantes, los cuales están representados en los objetivos específicos planteados:

- ✓ Investigar y analizar metodologías y documentación existentes referentes a los caminos vecinales.
- ✓ Realizar un análisis de la situación actual de los caminos vecinales.
- ✓ Realizar un levantamiento del estado de los caminos aplicando la metodología del “inventario de necesidades”, para evaluar su estado y necesidades de conservación y cotejarlas con las normas de conservación vigentes y el criterio del autor, a fin de establecer las normas de intervención y criterios que deben aplicarse para mejorar la situación, conforme los recursos disponibles a bueno, regular o malo.
- ✓ Desarrollar un enfoque práctico para que los municipios de cómo y cuándo realizar las evaluaciones de los caminos vecinales.

Al plantearse dicho tema para desarrollar, es necesario junto con las recomendaciones de la guía, generar un cuestionario que abarque temas relacionados con el análisis del tránsito, mantenimiento, materiales y administración, de tal manera que se pudiera aplicar al distrito en su totalidad y conocer la manera como ésta actúa ante la conservación de los caminos vecinales

Para el análisis de la situación actual, es necesario investigar, consultar bibliografía importante y recopilar información para tener una idea de que se está haciendo y cómo es que en realidad debe trabajar una entidad aplicando el **concepto de gestión vial**.

Es necesario hacer un levantamiento del estado de los caminos aplicando el inventario de necesidades, el cual es aplicado por las municipalidades para identificar los problemas y las necesidades físicas del camino.

A partir de todo lo estudiado y expuesto anteriormente se planteó una **metodología de evaluación** para caminos vecinales, de acuerdo con aspectos que la municipalidad, por lo general, no toma en cuenta, los cuales pueden ayudar a recolectar información valiosa para definir las principales actividades de intervención para dar el respectivo mantenimiento a los caminos vecinales.

La importancia de dicha metodología radica en que es una herramienta útil, fácil de utilizar por cualquier persona y permite conocer el estado de los caminos por medio de la evaluación de ciertos daños que se perciben constantemente en la totalidad de las vías del país. Además, con la información obtenida, se pueden generar proyecciones y curvas de deterioro capaces de indicar aproximadamente el momento justo en el que se han de realizar las intervenciones por parte de las municipalidades para mejorar el estado de los caminos vecinales.

No se desarrollará la metodología pero se describirán algunos conceptos del marco teórico que permitan definir una metodología de conservación que sea la adecuada para este proyecto.

#### **8.1.1.1 Mantenimiento periódico, correctivo o mejorativo**

El mantenimiento periódico es una serie de actividades que se programan cada cierto tiempo o período, las cuales pretenden renovar la condición original de la superficie de rodamiento mediante la aplicación de capas de agregados pétreos o tratamientos superficiales, de tal manera que no se afecte la estructura de las capas subyacentes del pavimento.

Cuando se hace mantenimiento periódico no se hace rutinario.

Se realiza una vez al año y comprende la reposición de capa de afirmado hasta un 25 % del total del proyecto, conformación del proyecto, reparación de obras de drenaje. Esta actividad se realiza durante dos años continuos y al tercer año se debe realizar una rehabilitación.

- ✓ Alteo (terraplenamiento)
- ✓ Estabilizado de Suelos
- ✓ Reposición de Alcantarillas

#### **8.1.1.2 Mantenimiento extraordinario o rehabilitación**

Es la reparación selectiva y refuerzo del pavimento o calzada, previa demolición parcial de la estructura existente. Se realiza cuando el estado del camino muestra un deterioro que excede lo programado, de acuerdo con su vida de diseño, comprende la reposición total de la capa de afirmado del proyecto, construcción y reparación de obras de drenaje. La rehabilitación es necesaria cuando no se ha efectuado una conservación adecuada a las vías. Esta actividad se realiza cada tres años y cuando se hace la rehabilitación no se da mantenimiento correctivo.

Las tareas que se describen a continuación, si bien ser realizadas ya no son parte del sistema de conservación

#### **8.1.1.3 Ciclo de vida fatal y deseable de una carretera.**

El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso que sigue un camino sin mantenimiento y otro con mantenimiento, en el que podemos apreciar que la falta de mantenimiento permanente conduce



inevitablemente al deterioro total del camino, mientras que la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario sólo requiere, cada cierto tiempo, trabajos de mantenimiento periódico.

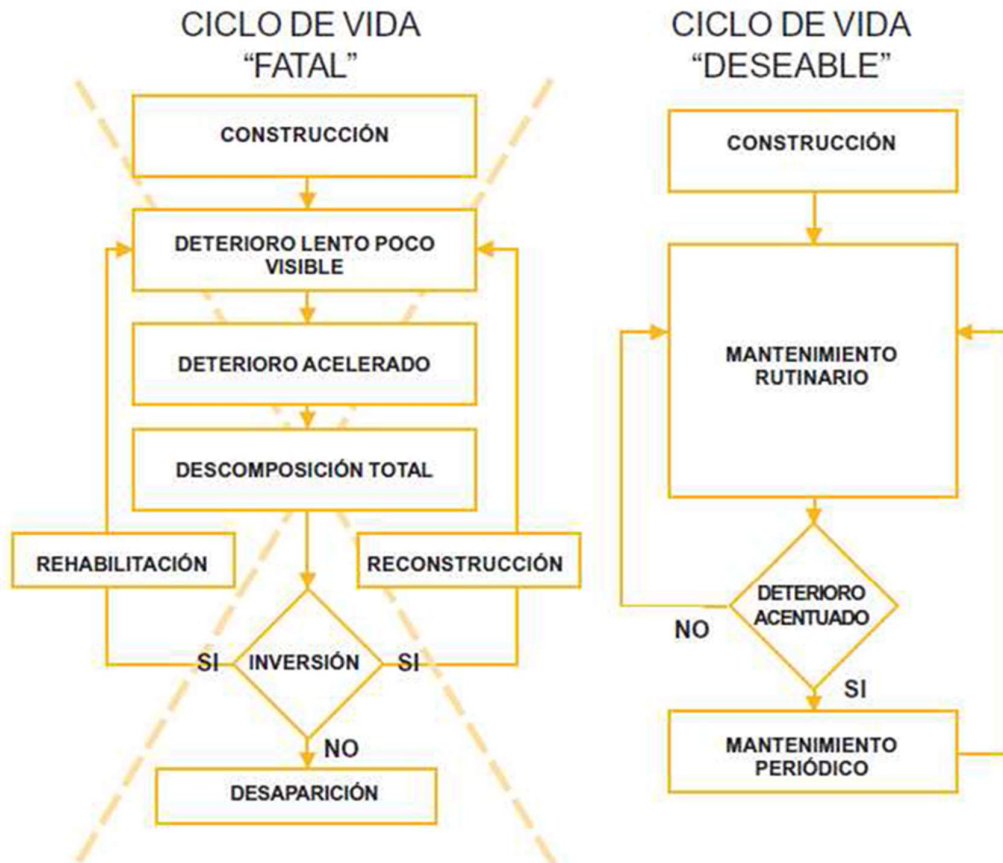


Figura 56 – Diagrama de flujo del ciclo de vida "fatal" y "deseable"

Se presenta un esquema del ciclo fatal del camino.

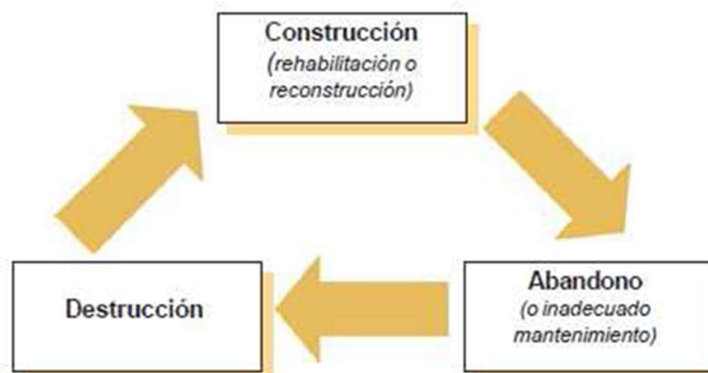


Figura 57 – Diagrama del ciclo de vida "fatal" del camino.

Se presenta un esquema ideal de conservación, que consiste en combinar un adecuado mantenimiento rutinario con un mantenimiento periódico oportuno.

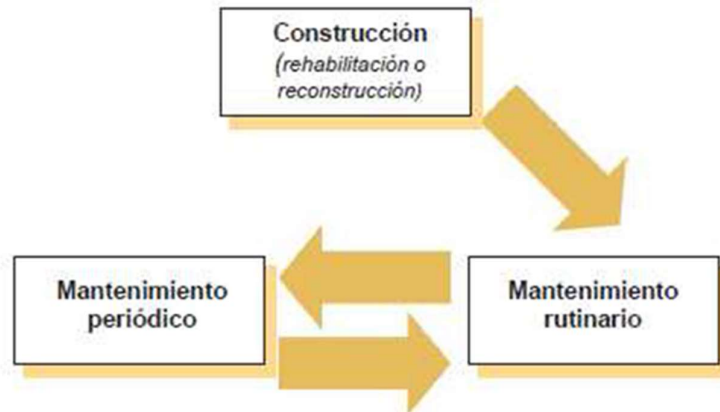


Figura 58 – Diagrama del ciclo de vida “deseable”

## 8.2 Mantenimiento de los caminos en la zona de proyecto

### 8.2.1 Mantenimiento de Caminos de Calzada Natural

A continuación, se explicarán las tareas de conservación y mantenimiento a realizar a lo largo de los cinco (5) años que dura el proyecto de conservación. El mantenimiento se basa en obtener las trazas de los caminos reparados en permanente estado de transitabilidad y con buenos índices de servicios (rápida recuperación del tránsito normal luego de la lluvia, disminución de los deslizamientos transversales por efecto del hinchamiento de los suelos, menor cantidad de baches provocados por depresiones de la base, corrección de la superficie de rodamiento para disminuir los ahuellamientos provocados por los vehículos pesados sobre todo los tractores).

Por supuesto, el trabajo de mantenimiento va aumentando con el paso del tiempo. El plan de mantenimiento a aplicar debe contar con el siguiente equipo y dispuesto exclusivamente para esta tarea y para estas trazas: - 1 motoniveladora - 1 rodillo neumático - 1 rodillo pata de cabra vibratorio - 1 regador de agua - 1 retroexcavadora chica - 2 camiones volcadores.

### 8.2.2 El Plan de Mantenimiento de Caminos de Calzada Natural

El mismo se plantea a cinco (5) años sin que se superpongan las tareas de mantenimiento rutinario y las de mantenimiento mejorativo, es por ello que las mismas se dividen de la siguiente manera, suponiendo que al inicio del Plan de Manteniendo se comenzará con un 16,67% de la red vial y con Conservación

Mejorativa Plurianual (CMP) y un 83,33 % de la red vial con Conservación Rutinaria Anual (CRA). Obteniendo al 5to año del Plan los porcentajes inversos.

De esta manera según la **Tabla 33 y Figura 59**, vemos la distribución anual de kilómetros de la red Vial con CRA y CRP como las mismas no pueden superponer obtendremos un promedio anual de 25,7125 Km de CRA y CMP para todo el Plan de Conservación.

Años	Km	CMP	CRA
año 1	51,43	8,57	42,85
año 2	51,43	17,14	34,28
año 3	51,43	25,71	25,71
año 4	51,43	34,28	17,14
año 5	51,43	42,85	8,57
Total de Km Recorridos		128,56	128,56
Cantidad de Años		5,00	5,00
Promedio Anual		25,7125	25,7125

Tabla 33 – Plan de Conservación Rutinaria y Mejorativa calzadas naturales de la Zona 4 - CoCoSOR

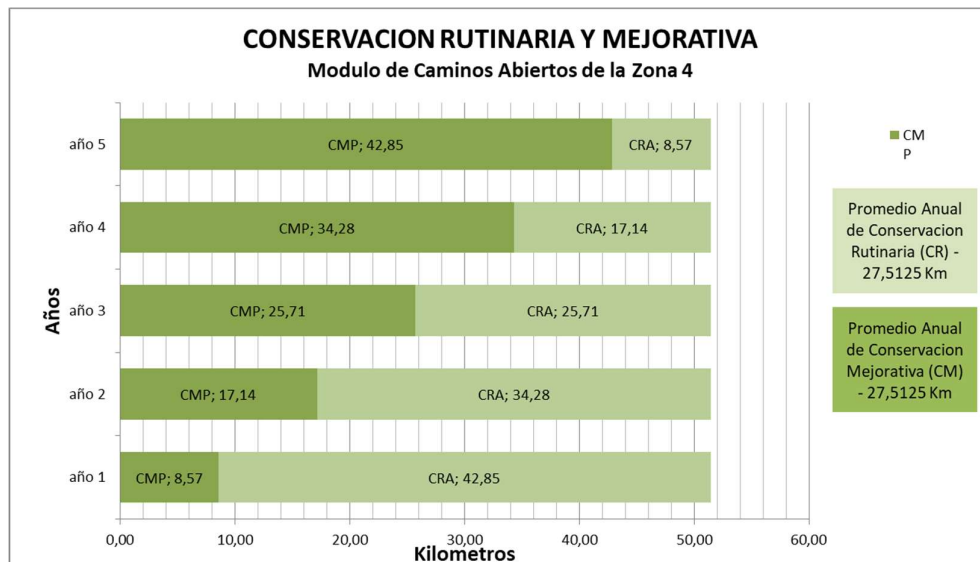


Figura 59 – Grafico de distribución anual de km de Conservación Rutinaria y Mejorativa calzadas naturales de la Zona 4 – CoCoSOR

### 8.2.2.1 Conservación rutinaria anual (CRA)

La conservación Rutinaria Anual hace referencia a los trabajos que deben llevarse a cabo a lo largo de todo el año, en todos los caminos que componen la Red. Estos consisten en Repaso y borrado de huellas con motoniveladora sin extracción lateral, alteos, perfilado y abovedamiento de la red, y mantenimiento de alcantarillas con limpieza y reposición de caños de H<sup>º</sup>.

- **Repaso y borrado de huellas de la red (sin extracción lateral):** Son los trabajos de perfilado o “repaso” con la motoniveladora, que permiten lograr que el camino tenga buenas condiciones de lisura en su superficie. Puede plantearse después de cada lluvia o cuando el tránsito y la jerarquización que se defina para cada camino establezca el número de pasadas por año. Si bien, el número de pasadas se fija normalmente en forma práctica, teniendo en cuenta el tipo de suelos y el tránsito; también se puede optimizar la frecuencia de los perfilados utilizando el modelo HDM4, analizando como hipótesis variable el número de pasadas de motoniveladora por km y por año y determinando para cada hipótesis el Valor Presente Neto (VPN) resultante. El rendimiento de este equipo es de 5km/día, cinco veces al año sobre la longitud determinada en el Plan de Conservación en forma anual; el equipo solo consta de una motoniveladora.



Figura 60 – Perfilado o abovedamiento de la red (sin extracción Lateral) y borrado de huellas

- **Alteos, perfilado o abovedamiento de la red (con extracción lateral):** Son los trabajos de perfilado con extracción de suelo de cunetas y “repaso” con la motoniveladora, que permiten lograr que el camino tenga buenas condiciones de lisura en su superficie y cunetas en permanente funcionamiento. El rendimiento de este equipo es de 3km/día, una vez al año sobre la longitud determinada en el Plan de Conservación en forma anual. Para ello, se deberá contar con motoniveladora, pala cargadora y camiones para el traslado del material afuera de la zona de camino.





Figura 61 – Perfilado o abovedamiento de la red con extracción lateral

- ✓ **Limpieza, reparación y mantenimiento de alcantarillas existentes.** Esta es una tarea fundamental para asegurar el escurrimiento hidráulico natural en la zona, impidiendo que las obstrucciones provoquen el estancamiento y aumento del nivel de las aguas que terminan produciendo cortes en los terraplenes e interrumpiendo el tránsito.



- ✓ En principio es una vez al año o cuando la situación lo amerite, sobre la longitud de la traza estipulada en el plan de conservación.



Figura 62 – Ilustra la falta de alcantarillas y altura del terraplén.

#### **8.2.2.2 Conservación mejorativa plurianual (CMP)**

Son todos aquellos trabajos que exceden a los de conservación rutinaria, y que apuntan a lograr que los caminos tengan tránsito permanente, bajo cualquier condición climática imperante.

La misma consiste en trabajos de abovedamiento de la calzada con motoniveladora con o sin aporte de suelo seleccionado, construcción de terraplenes con extracción lateral y/o transporte de suelos generando una capa de suelo equivalente o entoscado de 0.20 m de espesor en un ancho de conservación de 7 m, en un 30,00 % de la longitud de la red a intervenir por año de conservación, del cual el 70% es con extracción lateral y el 30% restante es suelo con transporte de cantera externa. Por último, incluye la construcción de alcantarillas de caños.

- ✓ **Abovedamiento de calzada con motoniveladora con y sin aporte de suelo seleccionado**
  - **1er Año:** El mantenimiento consta de **Abovedamiento de la calzada con motoniveladora, sin aporte de suelo seleccionado**, el sellado de la base con rodillo neumático, el bacheo de los lugares deprimidos o con fallas estructurales o anegados utilizando retroexcavadora y camión. El rendimiento con este equipo es de 4km por día. Se recorrerá la traza estipulada en el plan de conservación cada 6 meses. El equipo consta de una motoniveladora, una retroexcavadora, un rodillo neumático, un regador, una pala cargadora, dos camiones volcadores y rodillo pata de cabra.

- **2do Año:** El procedimiento es exactamente el mismo, salvo que el **abovedamiento se hará con aporte de suelo seleccionado**. Se recorrerá la traza estipulada en el plan de conservación cada 4 meses. El rendimiento también es similar al primer año. El suelo seleccionado necesario para reemplazar suelos no aptos será de 0,020 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada.
- **3er Año:** Se recorrerá la traza estipulada en el plan de conservación cada 4 meses, pero el rendimiento cae a 2.5km por día debido a que hay que hacer mayor cantidad de reparaciones. El suelo seleccionado necesario para reemplazar suelos no aptos será de 0,020 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada.
- **4to Año:** Se recorrerá la traza estipulada en el plan de conservación cada 4 meses, pero el rendimiento cae a 2km por día debido a que hay que hacer mayor cantidad de reparación. El suelo seleccionado necesario para reemplazar suelos no aptos será de 0,025 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada.
- **5to Año:** Se recorrerá la traza estipulada en el plan de conservación cada 3 meses con un rendimiento de 2 km por día. El suelo seleccionado necesario durante todo el año será de 0,030 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada. Con esta solución se mejora claramente los inconvenientes producidos por el tránsito pesado (la gran mayoría), pudiendo tener un mantenimiento mucho menor al que debería presentar actualmente (que generalmente no se realiza).
- ✓ **Construcción de terraplenes con extracción lateral y/ transporte de suelos:** con este trabajo se busca generar una capa de suelo equivalente o entoscado de 0.35 cm de espesor en un ancho de conservación de 7 m en un 40,00 % de la longitud de la red, del cual el 40% es con extracción lateral y el 60% restante es suelo con transporte de cantera externa, con agregado de cal al 6%.
- ✓ **Construcción de subbase de suelo seleccionado:** con este trabajo se busca generar una capa de suelo equivalente o entoscado de 0.15 cm de espesor en un ancho de conservación de 7 m en el 100% de la longitud de la red, del cual el 25% es con extracción lateral y el 75% restante es suelo con transporte de cantera externa.
- ✓ **Limpieza, reparación y mantenimiento de alcantarillas existentes.** Esta es una tarea fundamental para asegurar el escurrimiento hidráulico natural en la zona, impidiendo que las obstrucciones provoquen el estancamiento y aumento del nivel de las aguas que terminan produciendo cortes en los terraplenes

e interrumpiendo el tránsito. En principio es una vez al año o cuando la situación lo amerite. En principio es una vez al año, cuando la situación lo amerite, sobre la longitud de la traza estipulada en el plan de conservación.

- ✓ **Construcción de alcantarillas:** Además se considera la construcción de 1 alcantarilla de  $\varnothing$  0,60 m por kilómetro, más una alcantarilla de 2  $\varnothing$  0,80 m cada 5 Km.

De esta manera se logra un perfil transversal y longitudinal óptimo para el drenaje de aguas superficiales, y una calzada con muy pocos defectos, con lo cual la circulación será mucho más sencilla y los vehículos no sufrirán tanto desgaste.

Lamentablemente continuará con un inconveniente, que es la lluvia, ya que los caminos de tierra, aun con suelo seleccionado compactado, cuando están en estado saturado, no posee resistencia al corte, por lo cual la circulación luego de lluvia se continúa tornando muy difícil.

Para solucionar este inconveniente y obtener una calzada de alta calidad se debería incorporar a la conservación mejorativa plurianual la construcción de afirmados de agregados pétreos en la subbase.

### **8.2.3 Mantenimiento de Caminos de afirmado**

A continuación, se explicarán las tareas de conservación y mantenimiento a realizar a lo largo de los cinco (5) años que dura el proyecto de conservación sobre los caminos de afirmado. El mantenimiento se basa en obtener las trazas de los caminos reparados en permanente estado de transitabilidad y con buenos índices de servicios (rápida recuperación del tránsito normal luego de la lluvia, disminución de los deslizamientos transversales por efecto del hinchamiento de los suelos, menor cantidad de baches provocados por depresiones de la base, corrección de la superficie de rodamiento para disminuir los ahuellamientos provocados por los vehículos pesados sobre todo los tractores).

#### **8.2.3.1 Conservación rutinaria anual**

La conservación rutinaria anual hace referencia a los trabajos que deben llevarse a cabo durante todo el año, en todos los caminos que componen la Red.

- **Perfilado de la red:** son los trabajos de perfilado o “repasso” con la motoniveladora, tratando que el material disgregado hacia las banquetas vuelva a ser parte de la base del camino, esto que permite el rendimiento de este equipo es de 4km/día, dos veces al año; el equipo solo consta de una motoniveladora y rodillo neumático para sellado de base.

- ✓ **Limpieza, reparación y mantenimiento de alcantarillas existentes.** Esta es una tarea fundamental para asegurar el escurrimiento hidráulico natural en la zona, impidiendo que las obstrucciones provoquen el estancamiento y aumento del nivel de las aguas que terminan produciendo cortes en los terraplenes e interrumpiendo el tránsito. En principio es una vez al año, cuando la situación lo amerite, sobre la longitud de la traza estipulada en el plan de conservación.

### **8.2.3.2 Conservación mejorativa plurianual**

Son todos aquellos trabajos que exceden a los de conservación rutinaria, y que apuntan a lograr que los caminos afirmados tengan tránsito permanente, bajo cualquier condición climática imperante.

Procedimiento por realizar en cada año

- ✓ **Perfilado de la calzada con motoniveladora, con aporte de material de afirmado**
  - **1er Año:** El mantenimiento consta de **Perfilado de la calzada con motoniveladora, con aporte de material de afirmado**, el sellado de la base con rodillo neumático, el bacheo de los lugares deprimidos o con fallas estructurales o anegados utilizando retroexcavadora y camión. El rendimiento con este equipo es de cuatro (4) km por día. Se recorrerá toda la traza cada doce (12) meses. El equipo consta de una motoniveladora, una retroexcavadora, un rodillo pata de cabra, un rodillo neumático, un regador, una pala cargadora, dos camiones volcadores. El material de afirmado necesario para reemplazar los baches o material disgregado será de 0,010 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada.
  - **2do Año** El procedimiento es exactamente el mismo. El rendimiento con este equipo es de 3,5 km por día. Se recorrerá toda la traza cada doce (12) meses. El material de afirmado necesario para reemplazar los baches o material disgregado será de 0,02 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada.
  - **3er Año** Aquí se hará una pasada también cada seis (6) meses, pero el rendimiento cae a 2,5 km por día debido a que hay que hacer mayor cantidad de reparaciones. El material de afirmado necesario para reemplazar los baches o material disgregado será de 0,03 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada.
  - **4to Año** Aquí se hará una pasada también cada seis (6) meses, pero el rendimiento cae a 2 km por día debido a que hay que hacer mayor cantidad de reparación. El material de afirmado necesario para reemplazar los baches o material disgregado será de 0,040 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada.

- **5to Año** Se hará cada 4 meses con un rendimiento de 2,0 km por día. El material de afirmado necesario para reemplazar los baches o material disgregado será de 0,050 m<sup>3</sup>/ml de camino durante cada pasada. Con esta solución se mejora claramente los inconvenientes producidos por el tránsito pesado (la gran mayoría), pudiendo tener un mantenimiento mucho menor al que debería presentar actualmente (que generalmente no se realiza).
- **Limpieza, reparación y mantenimiento de alcantarillas existentes.** Esta es una tarea fundamental para asegurar el escurrimiento hidráulico natural en la zona, impidiendo que las obstrucciones provoquen el estancamiento y aumento del nivel de las aguas que terminan produciendo cortes en los terraplenes e interrumpiendo el tránsito. En principio es una vez al año, cuando la situación lo amerite, sobre la longitud de la traza estipulada en el plan de conservación.



## Capítulo 10 Conclusión

---

Luego de haberse desarrollado todo el tema, se debe realizar una valoración, tanto técnica como económica. Desde estos puntos de vista se analizaron los distintos temas abordados para concluir lo siguiente:

### **Necesidad de una política sostenida y Desarrollo de un Plan**

La infraestructura disponible en las Redes de Caminos Rurales Terciarios no ha tenido mejoras sustanciales, salvo las excepciones que se conocen (Ej.: Consorcios Vecinales de Córdoba, Entre Ríos, Chaco y algunas Redes Municipales).

Es casi la misma desde hace cuatro (4) décadas atrás, cuando el país exportaba quince (15) millones de toneladas anuales de granos.

Si el país se plantea una política agresiva de exportación de sus productos primarios y de valor agregado, y una baja en el precio de consumo de mercado interno, la meta es llegar, en breve plazo, a producir ciento cincuenta (150) millones de toneladas. Entonces, la necesidad de contar con redes de caminos de transitividad permanente resulta imprescindible.

La conexión de las vías consolidadas a centros de acopio cerealeros ubicados en cerca de las vías ferroviarias, permitirá en un futuro mejorar el intercambio de los modos de transporte terrestre, disminuyendo los costos de transporte.

*“Las soluciones que se deben proponer, no es la de pavimentar los caminos (las soluciones costosas), sino la de establecer un plan a largo plazo que tome como objetivo básico, el de lograr una transitabilidad permanente con un mínimo de mantenimiento anual.”*

El Plan debería tener una ejecución descentralizada posible (ONG, Asociación de Productores, etc.), pero con una Planificación y una Auditoria Centralizada (Municipio), que defina los criterios y soluciones ingenieriles que se plantean.

Esta es la razón que fundamenta la necesidad de instrumentar una POLÍTICA NACIONAL, PROVINCIAL y MUNICIPAL para un Plan de Caminos Rurales Terciarios.

Sin caminos consolidados no habrá un desarrollo económico sustentable a nivel de cada región.

### **Principios Básicos del Plan**

- ✓ La profundización y ampliación de la Comisión de Consulta que permita al Estado acceder a la opinión de los usuarios y a los vecinos trasladar sus requerimientos a las autoridades competentes.
- ✓ Participación de Productores y Organizaciones Profesionales en la Planificación y Seguimiento, a través de una Comisión de Consulta.
- ✓ La definición, con una visión técnica, de criterios de decisión que contemplen las necesidades de los usuarios, a través de la Comisión de Consulta.
- ✓ Confección de un Plan Director a nivel municipal que contemplen 10 años de trabajos (como mínimo).
- ✓ Redefinición de la Conservación de la red como prioridad básica.
- ✓ Ejecución descentralizada a nivel municipal o inferior.
- ✓ Adecuación de las soluciones propuestas por los productores al Plan Director Municipal.
- ✓ El desarrollo de un SIG que permite contar, para la condición actual, con una visión global del inventario del sistema vial rural del distrito.
- ✓ Auditoría Técnica y Financiera Externa (pública o privada).
- ✓ La importancia de la Inspección en la ejecución del Plan de Mantenimiento y Mejoras, para lograr la concreción de los objetivos propuestos con un adecuado control de calidad.

### **Desde el punto de vista del proyecto de la obra a ejecutar**

Conocer las condiciones hidrológicas de la zona del camino, la topografía, su inventario, el tránsito actual y futuro, son fundamentales a la hora de proyectar el perfil adecuado.

Para dar respuesta a los inconvenientes observados se reconoce como solución el mejoramiento continuo y permanente de los caminos de tierra en el área seleccionada bajo el principio de que la producción agropecuaria tiene valor en la medida que pueda acercarse a los consumidores de los bienes producidos en el sector, ya sea en forma directa o luego de los procesos de transformación correspondiente.

Dicho mejoramiento continuo debe incluir el proyecto hidráulico del camino.

Además, se deben lograr superficies firmes, con buenos escurrimientos laterales y transversales, resistentes y adecuadas a las frecuencias y cargas que transitarán, y recubrimientos mínimos pero que disminuyan el contacto del agua con las bases.

Tales obras de inversión podrán plantearse a través de la inversión directa o bien por etapas aplicando un modelo de conservación rutinaria y mejorativa.

#### **Desde el punto de vista técnico de la obra a ejecutar**

La primera comparación que se realizará, será entre los tres métodos utilizados para resolver la capa de rodamiento o de afirmado, el estabilizado granular 6-19 mm, la incorporación del reciclado de pavimento RAP o el estabilizado granular con agregado de destape de cantera 0-25 mm.

Es evidente que debe realizarse una inversión como la que formulamos, se deben cumplir todos los objetivos planteados, ya sea, caminos con una resistencia adecuada, estables en el tiempo, con bajo mantenimiento y utilizables los 365 días del año. Solo desde ese punto de vista se podrá hacer una comparación confiable. Teniendo en cuenta que una capa de pavimento en cualquiera de sus tipologías nos daría una respuesta superior.

Las soluciones necesitan de las dos primeras etapas del proyecto:

1) lograr un Perfil Transversal adecuado del camino, ejecutando del drenaje longitudinal y transversal y resolver las obras hidráulicas. Solo el cumplimiento de dicha etapa permitirá abordar la segunda.

2) El alteo del camino y construcción de la subrasante. Si se da por terminado el proyecto en esta etapa, se concluirá que no se cumplen las últimas dos premisas (estables en el tiempo, con bajo mantenimiento y utilizables los 365 días del año), ya que, el costo del mantenimiento de una calzada natural aunque sea entoscada es aproximadamente 3 veces mayor respecto a un estabilizado granular, y no debe perderse de vista, que aunque se realice el mantenimiento descrito, durante los días de lluvia, al saturarse la tosca o suelo seleccionado, ésta disminuye sus parámetros resistentes, transformándose nuevamente en un camino intransitable.

Debido a lo antes expuesto, se opta definitivamente por la solución de realizar un afirmado de estabilizado de cualquier categoría y en este caso particular se analizaron los granulares disponibles en la región analizada.

Las ventajas técnicas son claras y esperanzadoras puesto que se dispone en la actualidad de la maquinaria adecuada para garantizar la homogeneidad de la mezcla en espesores que cumplan los requerimientos exigidos en los Pliegos de Especificaciones Técnicas.

Además, no se incluye en la comparación los costos por las menores molestias sufridas por los usuarios debido a la velocidad del procedimiento constructivo; a la menor degradación de la red al disminuir el transporte de materiales; a la conservación de los recursos naturales, etc., ítems estos que, aunque no

tienen una incidencia directa en el presupuesto de la obra, deberían ser evaluados y considerados por los Entes Administraciones.

El afirmado con materiales pétreos es una alternativa utilizada en muchas obras de rehabilitación de pavimentos o calzadas naturales. Varios ejemplos pueden observarse en nuestra zona que permiten obtener resultados de la experiencia aplicada. Es importante tener en cuenta que no debe reciclarse simplemente porque es una aplicación «ecológica», sino porque es técnicamente adecuado y a parte de él se derivan ventajas económicas tanto para los beneficiarios, como a las empresas y a la Administración.

El posible interés del afirmado con agregados pétreos debe examinarse caso a caso, analizando muy cuidadosamente las distintas posibilidades (en este caso deben profundizarse los estudios de suelos y ensayar distintas alternativas de dosificación y tipologías de agregados), que permitan obtener la máxima capacidad portante de la superficie a un costo razonable, dicha investigación permitiría conocer estos resultados para compararlos con el análisis económico que se desarrollará a continuación.

Se vuelve difícil justificar un proyecto que ronda entre \$ 4.500.000,00 y \$ 5.500.000 (según las variantes de contratación), en la Argentina de hoy, puesto que un número de tantas cifras asustaría a cualquiera, desde el productor, hasta los Entes Municipales y Provinciales.

Sin embargo, analizando las ventajas que conlleva este proyecto para el Municipio de Venado Tuerto, las cifras comienzan a tornarse menos difíciles de afrontar y más beneficiosas desde todos los aspectos. Cuando al productor se le aclara que no tendrá que invertir millones, sino solo \$16.09 por año y hectárea y a cambio de ello tendrá más de 10Km en perfecto estado a lo largo de 5 años, disminuyendo sus costos de transporte; permitiéndole extraer sus productos los 365 días del año; evitando el desgaste que sufren los camiones y máquinas, etc., y luego se comparara ese gasto con las ganancias que le producen sus cosechas, esta cifra se vuelve casi insignificante y los beneficios cada vez mayores.

Cuando al Municipio se le aclara que él tampoco deberá invertir millones sino solo ceder el 70% (real y obligatoria), de una tasa a cambio de tener caminos con un mantenimiento mucho menor al actual y una calidad claramente superior, que no solo beneficiará a los productores, sino que unirá centros de salud, de educación y deportivos, es decir, producirá un beneficio social a toda la comunidad de Venado Tuerto, la cesión parcial de la tasa no será un impedimento sino una gran ventaja.

Cuando a la Provincia se le solicita el dinero correspondiente al 40% del Impuesto Inmobiliario para invertir en el Proyecto (o su equivalente a través de cualquier programa descentralizado de inversiones), consideramos que esa Administración tiene, no solo el derecho de cobrarnos sino la obligación de invertir la recaudación en el mismo Distrito, con lo cual aportando menos de la mitad del impuesto recaudado, estaría fomentando la construcción de caminos de una calidad, hasta hoy impensada.

No queda más que observar los números; el proyecto tiene todo por concretarse, tanto económica como técnicamente, brindando un nuevo panorama, comenzando una nueva etapa en la administración y conservación de los caminos rurales.

Este es un pequeño proyecto dentro de la inmensa red caminera que recorre la Pampa Húmeda, puede ser solo el comienzo de algo mucho más grande, de un avance hacia el ansiado Primer Mundo. Caminos rurales transitables, un sueño, una realidad.



- ✓ Baronetto C. E. (2009) *Los Consorcios Camineros – Experiencia de más de Cincuenta Años – Una Mirada hacia el Futuro de la Gestión de los Caminos no Pavimentados* - XV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito.

## **Bibliografía**

- ✓ Blanc, Gastón; Willians, Gustavo; Capra, Bernardino (2008) *Caminos Rurales – Experiencias en los partidos de Junín, Gral. Madariaga y Maipú* - XXXV Reunión Permanente del Asfalto. Rosario.
- ✓ Bull, Alberto (1999) *Modernización de los Organismos Viales* – Santiago de Chile-  
<http://www.zietlow.com/>
- ✓ CEPAL (2015) *Financial and Institutional Reform of Road Conservation in Latin America and the Caribbean - A strategic analysis from a middle-income country perspective.*
- ✓ Clariá, J, J,2, M. Pagot 3, D. Hünicken 4, m. Ruiz5. (2011) *Colapso del sistema de protección de una alcantarilla Ferroviaria durante una tormenta de diseño* -  
<https://www.yumpu.com/es/document/read/14754194/colapso-del-sistema-de-proteccion-de-una-alcantarilla-ferroviaria->
- ✓ Dirección de Vialidad Nacional (1998) *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.*
- ✓ Dirección Nacional de Vialidad-Edición (1998) *Pliego general de especificaciones técnicas más usuales para la construcción de obras básicas y calzadas.*
- ✓ Fariña O.1, Vornetti A.1, Améndola G.1, Gelmi M.1, Bilotto S.1 y Gobbi S (2012) *Plan Maestro para el mantenimiento de los caminos rurales en el Partido (Municipio) de Olavarría.*
- ✓ Gago Tonin (2012) *Caminos Rurales Terciarios* - XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito. Córdoba.
- ✓ Gago, Julio O. (2016) *La Conservación en los Caminos Rurales Terciarios - Un presente problemático y como mejorar su Gestión* -Congreso Argentino de Caminos Rurales. Olavarría.
- ✓ GTZ. Guatemala (2001) *Manual técnico de Mantenimiento participativo de caminos rurales - Orientación y consejos para técnicos municipales* - Programa de apoyo a la descentralización y el desarrollo municipal.
- ✓ Índice FADA, marzo 2018 <https://fundacionfada.org/informes/indice-fada-con-efecto-sequia/>
- ✓ Lordi, Haydee Alicia (2016) *Plan estratégico para rehabilitación de caminos rurales aplicando el modelo de evaluación económica y social* - Congreso Argentino de Caminos Rurales. Olavarría.

- ✓ Ministerio de Economía y Finanzas. Dirección General de Inversión Pública-DGIP. Dirección de Proyectos de Inversión Pública. Dirección de Política y Estrategias de Inversión Pública. (2015) *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras* - Perú.
- ✓ Mrio. de Infraestructura, Vivienda Y Servicios Públicos Dirección De Vialidad (2006) *Pliego de Especificaciones Técnicas Ambientales Generales de la Prov. de Buenos Aires (PETAG)*.
- ✓ Organización de Comités de Mantenimiento de Caminos Rurales (comunitarios). OEA (2005) *Unidad de cooperación técnico-administrativa proyecto de desarrollo rural sostenible de zonas de fragilidad ecológica en la región del Trifinio Prodert*
- ✓ PRODEMU DANIDA (2003) *Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos* - Manuales Elementales de Servicios Municipales -
- ✓ Sarafian, Paula (2006) *Cuenca del Río Salado de Buenos Aires* - Cuenca N.º 48.
- ✓ Universidad de Belgrano Facultad de Ingeniería y Tecnología Informática (2005) *Las tesinas de Belgrano - Caminos rurales transitables - Un sueño, una realidad*. Departamento de Investigación.
- ✓ Watson López, Marcela (2009) *Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)* - Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.