

## INDICE

INDICE.....	1
RESUMEN.....	4
ABSTRACT .....	5
INTRODUCCION .....	6
ALCANCES .....	7
IDENTIFICACION DEL PROYECTO.....	11
Contexto General.....	11
Marco de referencia del proyecto .....	14
LOCALIZACION Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	15
Transporte .....	16
Educación.....	17
Salud .....	17
Deporte.....	18
AFECTACION HUMANA, ECONOMICA Y AMBIENTAL.....	18
ANALISIS DE INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO.....	18
1. Conductores.....	19
2. Población aledaña .....	19
3. Comerciantes .....	19
4. Establecimientos educativos.....	19
5. Dirección de hidráulica.....	19
6. Empresas de transporte público y privado.....	19
7. Municipalidad .....	20
8. Policía de Mendoza .....	20
9. Cámara de comercio, Industria y Agropecuaria .....	20
10. Secretaría de Servicios Públicos – Dirección de transporte.....	20
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS Y EFECTOS.....	23
ARBOL DE PROBLEMAS .....	26
ARBOL DE EFECTOS.....	27
ARBOL DE MEDIOS.....	27
ARBOL DE FINES.....	28
ARBOL DE OBJETIVOS.....	29



ALTERNATIVAS DE SOLUCION ..... 31

DESCRIPCION DE ACCIONES ..... 31

**FORMULACION DEL PROYECTO ..... 35**

DIAGNÓSTICO: ..... 35

    a) Dimensión tecnológica..... 35

    b) Dimensión ambiental. .... 39

    c) Dimensión jurídico-legal. .... 40

    d) Dimensión político-institucional. .... 40

    e) Dimensión económico-financiera. .... 42

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN; JUSTIFICACIÓN DE ESTAS. .... 43

    ALTERNATIVA N°1: “Aprovechamiento de la traza actual” ..... 43

    ALTERNATIVA N°2: “Generación de traza paralela – Irene Curié-” ..... 49

DEFINICIÓN DE CRITERIOS E INDICADORES DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS. .... 50

    f) AMBIENTAL:..... 50

    g) ECONÓMICO ..... 51

    h) JURÍDICO – LEGAL ..... 54

    i) TÉCNICO ..... 57

COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA..... 58

    Matrices de ponderación de alternativas: ..... 59

    j) Aspecto Ambiental:..... 59

    k) Aspecto Técnico ..... 60

    ..... 60

    l) Aspecto Jurídico – Legal ..... 61

    m) Aspecto Económico..... 62

    CONCLUSIÓN..... 63

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA:..... 64

    n) Dimensión tecnológica..... 64

    o) Dimensión ambiental. .... 140

    BASE CERO ..... 140

    ESTUDIO AMBIENTAL..... 171

    p) DIMENSIÓN JURÍDICO-LEGAL..... 200

    q) DIMENSIÓN POLÍTICO-INSTITUCIONAL ..... 204

EVALUACION DEL PROYECTO ..... 205

INTRODUCCION ..... 205

ASPECTO GENERAL .....	206
IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y COSTOS .....	206
IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS .....	212
BENEFICIOS DIRECTOS .....	212
BENEFICIOS INDIRECTOS.....	213
BENEFICIARIOS DIRECTOS.....	213
BENEFICIARIOS INDIRECTOS .....	213
COSTOS DEL PROYECTO .....	214
PONDERACION ECONOMICA .....	217
DESCRIPCIÓN DE LOS INDICADORES .....	218
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	223
BIBLIOGRAFÍA .....	226
AGRADECIMIENTOS .....	227



## RESUMEN

---

La avenida Alberdi representa uno de los accesos principales del sector sud-este a la ciudad de San Rafael. El flujo vehicular es muy amplio; incluye ciclistas, automóviles, vehículos utilitarios livianos, vehículos de carga, ómnibus, etc.; esto es consecuencia de la gran actividad comercial y del desarrollo urbano y turístico.

La problemática identificada es el conflicto vehicular, al que se suma la presencia de dos establecimientos escolares de gran concurrencia.

Existe un colector pluvial a cielo abierto, situado en la margen sur de la avenida, el cual aumenta la posibilidad de que los accidentes tengan mayor gravedad y a su vez está muy expuesto a la contaminación. Dicho colector influye en la posibilidad de aumentar el ancho de calzada, por lo que se presenta una avenida de un ancho restringido y una constante sensación de riesgo.

La solución planteada es la de cubrir el desagüe colector Alberdi, para optimizar el espacio, generando una ampliación de calzada, espacio para estacionamiento y a su vez una ciclo vía de doble circulación.



## ABSTRACT

---

Alberdi Avenue represents one of the main accesses of the south-east sector to the city of San Rafael. The vehicular flow is very broad; includes cyclists, automobiles, light utility vehicles, freight vehicles, buses, etc .; this is a consequence of the great commercial activity and urban and tourist development. The problem identified is the vehicular conflict, which is compounded by the presence of two large school establishments. There is an open-air pluvial collector, located on the south side of the avenue, which increases the possibility of accidents being more serious and at the same time is very exposed to pollution. This collector influences the possibility of increasing the width of the roadway, which is why it presents an avenue of restricted width and a constant feeling of risk. The proposed solution is to cover the Alberdi sewer drain, to optimize the space, generating an extension of the



## INTRODUCCION

---

La problemática identificada se ubica sobre la Av. Alberdi y se hace foco sobre el conflicto vehicular y el inminente riesgo de accidentes de tránsito provocados por el gran flujo de automóviles. Esto genera inseguridad y demoras de tiempo para quienes la transitan.

6

La avenida Alberdi representa una de las arterias principales de acceso a la ciudad desde el lado este. La transitabilidad es muy amplia; incluye desde transporte pesado hasta ciclistas y la presencia de dos establecimientos escolares hacen que se genere gran congestión y a su vez aumenta los riesgos de accidentes.

En la margen sur de la avenida existe un colector pluvial a cielo abierto, éste aumenta la peligrosidad de los accidentes y a su vez está muy expuesto a la contaminación. La presencia de dicho colector impide la posibilidad de aumentar el ancho de calzada.

Este proyecto tiene como objetivo brindar seguridad y organización para la circulación.

Se realizará el estudio de dos alternativas. La primera pretende una mejora de la situación actual mediante el recubrimiento del colector, la creación de una ciclovía y generando espacios para estacionamiento. La otra alternativa se presenta mediante una vía de circulación paralela ubicada a 900 metros al sur de la avenida, sobre calle Irene Curie, para aliviar el flujo vehicular de la avenida.

El desarrollo del análisis del proyecto se realizará hasta el nivel de formulación y evaluación, hasta la etapa de pre-factibilidad. Quedando latente la posibilidad de su desarrollo para su posterior ejecución.

## ALCANCES

El nivel de definición del proyecto es el de prefactibilidad.

Si se tiene en cuenta una secuencia lógica de formulación del proyecto, el mismo se desarrollará en la etapa de pre-inversión

Etapas del proyecto:

### 1. PRE-INVERSIÓN: Dentro de ésta etapa se encuentran 5 niveles de formulación:

#### a. Generación y análisis de la idea de proyecto

- Elección y justificación (necesidad) de la problemática particular objeto del proyecto grupal o individual. Presentación y discusión sobre la complejidad y posibles alcances de la actividad de proyecto (el alcance del PF será acordado con los Coordinadores del mismo). Planificación de la actividad grupal.
- Explicitación y ponderación de las principales variables intervinientes en el problema escogido. Explicitación de la información de base necesaria para el planteo de la solución del PF. Indicación de fuentes de información. Diagnóstico de la situación actual relativa al PF.
- Planteo de alternativas de solución. Primer análisis de viabilidad de las alternativas: criterios e indicadores para la priorización y descarte de alternativas.

#### b. Estudio de nivel de perfil

- Revisión de las alternativas de solución planteadas (en nivel de idea) y formulación de otras, en función de nueva información disponible y de las ideas grupales.
- Identificación y justificación de los parámetros y conceptos asociados a la evaluación en los siguientes aspectos: tecnológico, económico – financiero, jurídico – legal, institucional y ambiental.



- Evaluación Tecnológica: alternativas, condicionamientos, ponderación preliminar, viabilidad.
- Evaluación Económico – Financiera: alternativas, situación sin y con proyecto, condicionamientos, identificación preliminar de costos, ponderación preliminar, viabilidad.
- Evaluación Jurídico – Legal: alternativas, condicionamientos, viabilidad.
- Evaluación Institucional: alternativas, condicionamientos, viabilidad.
- Evaluación Ambiental: alternativas, condicionamientos, identificación de los PIA, línea de base cero del proyecto, ponderación preliminar de los PIA, viabilidad.
- Comparación de Alternativas. Metodologías. Priorización y descarte de alternativas. Selección de las alternativas consideradas más adecuadas.

### c. Estudio de prefactibilidad

- Identificación detallada y justificación de los parámetros y conceptos asociados a la evaluación de las alternativas seleccionadas, en los siguientes aspectos: tecnológico, económico – financiero, jurídico – legal, institucional y ambiental.
- Evaluación Tecnológica: ponderación de parámetros, definición y ejecución del diseño, métodos y cálculos de apoyo (anteproyecto), análisis definitivo de viabilidad. Evaluación de costos directos.
- Evaluación Económico – Financiera: descripción detallada de la situación sin y con proyecto, identificación detallada de costos, definición de la metodología de evaluación económica (VAN, TIR, relación beneficio / costo, otras), evaluación económica – financiera preliminar, análisis definitivo de viabilidad. Identificación de posibles fuentes de financiamiento.
- Evaluación Jurídico – Legal: descripción detallada del marco jurídico y legal del proyecto en sus etapas de preparación y ejecución, análisis definitivo de viabilidad.



- Evaluación Institucional: descripción detallada de las instituciones pertinentes al proyecto, análisis de su capacidad jurídica y técnica para llevar a cabo el proyecto, análisis definitivo de viabilidad.
- Evaluación Ambiental: identificación y ponderación detallada de los PIA, definición de la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental, Evaluación Preliminar de Impactos Ambientales y Planes de Mitigación, Contingencias y Control.
- Definición y redacción de los Términos de Referencia para la ejecución del Nivel de Factibilidad y la evaluación preliminar de las etapas de construcción y operación del proyecto.

#### d. Estudio de factibilidad

- Evaluación Tecnológica definitiva: incluyendo detalles constructivos, planificación de la construcción, descripción de tareas, especificaciones técnicas particulares, mano de obra: calidad requerida, cantidad; curvas de ingreso y egreso de personal; valoración de tiempos por tareas: Diagrama de Gant; camino crítico, curvas de inversiones y certificaciones. Análisis de desviaciones y acciones correctivas.
- Evaluación Económica – Financiera definitiva: incluye descripción detallada de situación sin y con proyecto, análisis de mercado, identificación de beneficios, beneficiarios e impactos esperados con el proyecto, descripción y ponderación de escenarios futuros considerados, análisis de localización, tamaño y momento óptimo, descripción conceptual de la metodología de evaluación empleada, evaluación económico - financiera. Identificación de la fuente de financiamiento del proyecto.
- Evaluación Jurídico – Legal definitiva: incluye descripción detallada y análisis del marco jurídico y legal pertinente al proyecto, aspectos normativos del



proyecto, análisis de las dificultades a sortear y propuesta al respecto con indicación de las etapas a seguir.

- Evaluación Institucional definitiva: ídem Factibilidad definitiva.
- Evaluación Ambiental definitiva: incluye descripción detallada de los Estudios de Base Cero, identificación y ponderación detallada de los IA, definición de la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental, Evaluación de Impactos Ambientales y Planes de Mitigación, Contingencias y Control para las etapas de construcción, operación y abandono.

## 2. INVERSIÓN

- a. Financiamiento
- b. Estudios definitivos
- c. Operación y montaje
- d. Puesta en marcha

## 3. OPERACIÓN

## 4. ABANDONO

## IDENTIFICACION DEL PROYECTO

### Contexto General

El Departamento de San Rafael se encuentra ubicado en el centro sur de la provincia de Mendoza, Argentina y abarca una superficie de 31.235 km<sup>2</sup>. Según el Censo Nacional de Población del año 2010, el departamento de San Rafael está habitado por 191.323 personas, lo cual representa el 10.8% del total de población de la provincia de Mendoza.

El departamento está fraccionado en dieciocho distritos, siendo la ciudad cabecera San Rafael, habitado por 112.070 personas.

Distritos	Total
Ciudad	110.003
Las Paredes	11.825
Cañada Seca	11.376
Cuadro Nacional	9.667
Rama Caída	7.406
Real del Padre	6.522
Villa Atuel	5.528
Monte Comán	4.621
Cuadro Benegas	4.234
El Cerrito	4.054
Goudge	3.542
Jaime Prats	2.765
Villa 25 de Mayo	2.513
Las Malvinas	1.992
La Llave	1.936
El Nihuil	1.546
Punta del Agua	1.009
El Sosneado	784
<b>TOTAL</b>	<b>191.323</b>

	Año					
	2001			2010		
	Población	Superficie en km <sup>2</sup>	Densidad hab/km <sup>2</sup>	Población	Superficie en km <sup>2</sup>	Densidad hab/km <sup>2</sup>
Total Provincial	1.579.651	148.827	10,61	1.741.610	148.827	11,70
<b>San Rafael</b>	<b>173.571</b>	<b>31.235</b>	<b>5,56</b>	<b>191.323</b>	<b>31.235</b>	<b>6,02</b>

Nota: Datos extraídos de [www.elbaqueano.com.ar](http://www.elbaqueano.com.ar)



**Municipio:** San Rafael

**Superficie total:** 35.235 Km<sup>2</sup>

**Cabecera del departamento:** Ciudad de San Rafael

**Habitantes:** 191.323 habitantes

12

**Límites:** Al noroeste departamento de San Carlos, al norte Santa Rosa y al noreste, La Paz. Al este limita con la Provincia de San Luis y al sur este con el Departamento de General Alvear y la provincia de La Pampa, al sur oeste con el departamento de Malargüe, y al oeste con la República de Chile.

La ciudad de San Rafael es la segunda más importante de la provincia de Mendoza, y se constituye como una ciudad estratégica en el nodo sur de la provincia por su vinculación con los departamentos de Malargüe y General Alvear, región que alcanza una población aproximada de doscientas sesenta y cinco mil personas, representando un 15% de la población provincial y ocupando un 57% de la superficie del territorio de Mendoza. A su vez, San Rafael es un polo educativo, comercial y agrícola con influencia en el norte de la provincia de La Pampa, y regiones aledañas de Río Negro y Neuquén.

**Hidrografía:** El área se encuentra surcada por dos importantes ríos como son El Diamante cuyo caudal promedio es de 65 m<sup>3</sup>/seg. y el Río Atuel, cuyo caudal promedio es de 60 m<sup>3</sup>/seg. Sobre éstos el hombre ha realizado obras de ingeniería importantes, los diques Valle Grande, El Nihuil, Los Reyunos, Agua del Toro, El Tigre y Galileo Vitale. Estas represas se utilizan para el regadío de cultivos, el consumo humano y son generadoras de energía hidroeléctrica.

**Perfil económico de San Rafael:** Lo podemos fundamentar en el concepto de OASIS AMPLIADO, entendiendo al mismo como actividades humanas y económicas que se

desarrollan en el ámbito territorial, definido por los alcances de la sistematización de los ríos Diamante y Atuel y sus adyacencias. Se desarrolla éste concepto porque es allí donde adquiere importancia la red caminera del departamento y en consecuencia el impacto de las actividades económicas. Dentro de las cuales se distinguen las siguientes:

- Agricultura (frutales, vid, olivos, forrajes, forestales, etc.)
- Industria vitivinícola
- Industria olivícola
- Industria alimenticia
- Producción e industria apícola
- Producción e industria minera
- Generación hidroeléctrica y distribución eléctrica
- Producción pecuaria
- Industria turística
- Actividades comerciales
- Servicios varios

**Infraestructura vial:** El departamento de San Rafael tiene una privilegiada ubicación en materia de comunicación vial. Puntualmente, se vincula con la ciudad capital de Mendoza a través de la ruta nacional 143 y ruta nacional 40, con el este del país a través de la ruta 188, y se encuentra en el corredor bioceánico que vincula Mendoza con la República de Chile a través del Paso El Pehuenche. En este sentido vale la pena resaltar que posee un potencial estratégico superlativo de concretarse la construcción y habilitación del Paso Las Leñas, que uniría Argentina con la República de Chile a través de un paso de baja altura. Por otra parte, San Rafael tiene vinculación aérea con la Ciudad de Buenos Aires a través de



un vuelo directo por día, facilitando el acceso al departamento y constituyéndose un activo en materia de desarrollo económico y comercial.

La red vial del sur de Mendoza presenta una extensión de 6220 km de rutas provinciales y 1000 km de rutas nacionales, de las cuales un 40% se encuentra en el departamento de San Rafael, presentando la siguiente distribución.

14

a) Caminos con pavimentos asfálticos	620 km	9,97 %
b) Caminos consolidados o mejorados	750 km	12,06 %
c) Caminos en suelo natural	4100 km	65,91 %
d) Caminos de conservación temporaria	750 km	12,06 %

### Marco de referencia del proyecto

El proyecto tiene como antecedente lo realizado sobre la misma traza, pero hacia el oeste de la avenida El Libertador, a partir de la cual cambia de nombre y pasa a llamarse avenida Sarmiento. En años anteriores se realizó la remodelación de dicha avenida, en un tramo comprendido entre avenida El Libertador, hasta Av. Ing. Balloffet. La obra comprendió la cobertura del colector, generando mayor espacio para estacionamiento, viéndose reflejado como mayor comodidad y seguridad a la hora de transitar por el lugar.



*1- Av. Sarmiento entre calles Gutierrez y 25 de Mayo*

Existen otros proyectos, para generar desvíos de tránsito de carga pesada y de ésta forma aliviar el tránsito, entre ellos la realización del puente badén que une la ruta nacional 144 y calle Los Filtros.

El desvío significa, por lo tanto, modernizar la forma de conducir el tránsito de carga pesada en el departamento, si se tiene en cuenta que los puentes sobre el río Diamante fueron construidos entre 1920 y 1940. Casi ocho décadas más tarde, la zona donde se ubicarán las obras conforma un punto estratégico para el vínculo con Malargüe, con los polos turísticos más destacados de San Rafael y donde el desarrollo inmobiliario y la instalación de emprendimientos de recreación son constantes

## LOCALIZACION Y ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto se localiza sobre la avenida Alberdi; comprendiendo un tramo aproximado de 3000 m desde su inicio sobre avenida El Libertador, hasta su intersección con calle Sueta. La avenida se prolonga hacia el este y desde aquí se posiciona como uno de los principales puntos de acceso a la ciudad para los barrios: Alberdi que ha tenido un fuerte crecimiento en los últimos años; Pueblo Diamante, que es uno de los barrios con mayor



densidad demográfica de la ciudad de San Rafael; barrio La Intendencia, entre otros. Además, se presenta como una de las alternativas principales de acceso, para los distritos de Goudge, Monte Comán, Cañada Seca, Villa Atuel, La Llave y Real del Padre.

El distrito de Cañada Seca es el más próximo al ingreso por la avenida; dista 15 kilómetros de la ciudad y se accede atravesando el llamado “Puente Nuevo”, de acuerdo al último censo es uno de los distritos con mayor cantidad de habitantes, superando los diez mil. La principal actividad económica del distrito es la agrícola.

El distrito de Goudge tiene una superficie de 112 km<sup>2</sup> y según el censo del año 2010 se contabilizaron 2126 habitantes. Su principal actividad económica es la agrícola y se conoce al distrito como la “Capital del durazno”, además los agricultores se dedican a plantaciones de vides y en menor medida damascos y membrillos.

Villa Atuel es uno de los distritos principales a 60 km al sudeste de la cabecera, cuenta con 821 km<sup>2</sup> de superficie. Actualmente, es el emplazamiento de un grupo inversor español, que desarrolla su proyecto de producción de aceitunas, en el predio de la ex empresa Arizu, conocida alguna vez como “**el paño de viñedos más grande del mundo**”.

La avenida también se presenta como alternativa de ingreso a la ciudad para el vecino departamento de General Alvear.

### Transporte

El problema principal es la inseguridad que se genera tanto para conductores como para la población aledaña, ya que la infraestructura y la situación actual de la avenida no brindan la seguridad adecuada.

En los últimos años la población de la zona ha crecido en gran medida, lo que refleja la elevada demanda de circulación y actualmente se observa un fuerte crecimiento de

emprendedores, que montan sobre la margen de la avenida sus negocios, emprendimientos que a futuro serán multiplicadores de tránsito y consigu conllevarán a un aumento del congestionamiento y accidentes sobre dicha avenida ya que constituye la principal arteria de acceso desde el sur-este de la ciudad.

### Educación

La presencia de dos establecimientos escolares acrecienta el riesgo, debido a que la concurrencia sobre la avenida es aún mayor. Uno de los establecimientos es la escuela secundaria N° 4-124 “Reynaldo Merín”, ubicada sobre avenida Alberdi y calle Balcarce. A dicha institución concurren adolescentes, de los cuales un gran número arriba en bicicletas, se suma también la movilidad de docentes, los cuales muchas veces estacionan sus autos sobre la avenida, la cual no cuenta con un espacio físico para estacionamiento. Luego a unos 600 metros en dirección oeste sobre la misma avenida se encuentra la escuela primaria N° 1-325 “Corvalán Sotomayor”, ubicada en la intersección de avenida Alberdi y Espínola. Es una escuela primaria con gran concurrencia que funciona de mañana y tarde. Esto genera graves problemas de circulación en los horarios de ingreso y egreso del alumnado, generando enormes demoras sobre aquellos automovilistas que se encuentran en el semáforo ubicado sobre la intersección antes mencionada.

### Salud

Para los habitantes del sur este del departamento, la avenida presenta el principal punto de acceso, hacia el hospital público “Teodoro J. Schestakow”, el más grande del sur de la provincia.

En inmediaciones de Av. El Libertador y Av. Alberdi, se encuentra otro nosocomio, de gran envergadura, como lo es el “Hospital Español del Sur Mendocino”.

Sería de gran trascendencia aliviar el flujo vehicular, para evitar demoras y facilitar el traslado de pacientes a cualquiera de los hospitales arriba mencionados.



## Deporte

Sobre calle Espínola, a pocos metros de la avenida Alberdi, se encuentra el Polideportivo Municipal N°2; lugar que cuenta con elevada concurrencia de escuelas, como así también de particulares que se dirigen hacia el lugar de recreación. Dentro de las actividades que se desarrollan en el lugar se contemplan, recitales, encuentros culturales y veladas boxísticas.

18

Debe hacerse referencia también al velódromo municipal, ubicado a metros del polideportivo y a la cancha del Club Sportivo Quiroga, situado próximo al velódromo.

## AFECTACION HUMANA, ECONOMICA Y AMBIENTAL

El alcance del problema afecta a todos los protagonistas que se han mencionado anteriormente y el principal foco de atención está sobre la seguridad de vida de las personas.

Luego también se encuentra la afectación sobre las economías de aquellos emprendimientos emplazados a la margen del camino, ya que al presentarse inconvenientes y pérdidas de tiempo para el acceso y egreso del lugar no puedan presentarse como un buen punto competitivo con respecto a otros emplazamientos.

Por último y no menos importante está la afectación ambiental que actualmente presenta el colector que recorre la traza, ya que se puede observar en su desembocadura a la altura de calle Sueta aproximadamente, la cantidad de desechos que el mismo acarrea en todo su desarrollo, vertidos con intencionalidad o no por parte de las personas, ya que al presentarse totalmente descubierto es propenso a cualquier tipo de contaminación, por lo tanto, es inminente actuar sobre esta problemática.

## ANALISIS DE INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO

Por la naturaleza del proyecto la cantidad de involucrados es elevada, son los que se identifican a continuación.

### 1. Conductores

Son los que circulan de manera cotidiana o eventual.

Se encuentran involucrados por las demoras ocasionadas y el riesgo de accidentes debido al elevado caudal automotriz.

### 2. Población aledaña

Se involucran con la problemática por los ruidos molestos causados por los vehículos, como así también el peligro que incurre el transitar de manera periódica por aquí. Por los olores que generan los residuos arrojados en el colector.

### 3. Comerciantes

Se involucran de manera directa, por la afectación con el nivel de ventas, debido a la falta de estacionamiento.

### 4. Establecimientos educativos

Trastorno en horario de ingreso y egreso de escolares, como así también la inseguridad que esto implica a los alumnos.

### 5. Dirección de hidráulica

Debido a la situación actual del colector, se observa una elevada contaminación del mismo, por lo tanto, éste ente público se ve obligado a un mantenimiento frecuente del cauce, para asegurar su correcto funcionamiento.

### 6. Empresas de transporte público y privado

Sobre la avenida circulan colectivos de la empresa Iselín, cómo así también, transporte de carga. Debido a la situación actual se generan demoras en los tiempos de recorrido y en los tiempos preestablecidos de las empresas en los cronogramas.



### 7. Municipalidad

Es el responsable directo de gestionar la financiación para la avenida; lograr una buena transitabilidad y ordenamiento, disminuyendo así la cantidad de accidentes y los tiempos de circulación. Proporcionar seguridad, comodidad y economía a los conductores mediante una buena gestión, para obtener la conformidad de la ciudadanía.

### 8. Policía de Mendoza

Es el organismo principal de aplicación de autoridad sobre la ley de tránsito, por tanto es responsable del cumplimiento de la misma y de aplicar las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento.

### 9. Cámara de comercio, Industria y Agropecuaria

Es el organismo encargado de nuclear a los comerciantes, representándolos y actuando de nexo ante las organizaciones gubernamentales.

### 10. Secretaría de Servicios Públicos – Dirección de transporte

Debido a que ésta secretaría entiende en la elaboración, propuesta y ejecución de la política en materia de Transporte Público de Pasajeros en el ámbito de la jurisdicción provincial, se encuentra involucrado en el proyecto, ya que por la traza circula transporte público de pasajeros; por lo tanto, tendrá como objetivo replanificar, reprogramar, controlar y ejecutar la prestación de los servicios públicos en el contexto del proyecto.

ID	Identificación del actor social	Intereses y Estrategias	Problemas Percibidos	Recursos y Mandatos
1	Conductores	<i>Intereses:</i> Se ve reflejado en la necesidad de aminorar tiempos de transporte y tiempos muertos, como así también su	Demoras ocasionadas y riesgo de accidentes.	No identificados



		seguridad en la circulación. <b>Estrategias:</b> Reclamos ante los distintos entes que se involucran, con el fin de satisfacer intereses individuales.		
2	<b>Población aledaña</b>	<b>Intereses:</b> Mejorar la calidad de vida y aumentar la seguridad. <b>Estrategias:</b> Generar reclamos colectivos, en asociación mediante uniones vecinales que los representan.	Afectación de actividades privadas y modificación en la calidad de vida, por los trastornos que inducen los diversos problemas de circulación.	No identificados
3	<b>Comerciantes</b>	<b>Intereses:</b> Para generar fluidez, comodidad y modificar las visuales del entorno, para ofrecer un mejor servicio a sus clientes y generar mayores ingresos. <b>Estrategias:</b> Dedicadas a satisfacer los intereses individuales y colectivos, mediante la agrupación en la Cámara de Comercio, a través de la cual se generarán los reclamos correspondientes.	Afectación directa con el nivel de ventas, debido a la falta de estacionamiento y comodidad por parte de los consumidores.	
4	<b>Establecimientos educativos</b>	<b>Intereses:</b> Mejorar la seguridad de la comunidad educativa en los horarios de ingreso y egreso al establecimiento. <b>Estrategias:</b> La estrategia es pasiva, normalmente a la espera de decisiones que adopten los organismos centrales como la D.G.E.	Malestar en los padres de alumnos, como así también por parte de los directivos, debido a los innumerables inconvenientes que día a día se acontecen.	
5	<b>Dirección de hidráulica</b>	<b>Intereses:</b> Asegurar la calidad del agua que descarga el colector,	Agravada contaminación en la desembocadura	



		evitando posibles contaminaciones <b>Estrategias:</b> No	de colector y agravante de accidentes debido a la situación actual como colector a cielo abierto.	
6	<b>Empresas de Transporte Público y Privado</b>	<b>Intereses:</b> Producción de bienes y servicios de transporte, trabajo. Defienden sus intereses. <b>Estrategias:</b> No participan en la generación de estrategias vinculadas a su sector.	Inadecuada condiciones de trabajo del personal y mala prestación del servicio.	
7	<b>Municipio:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Honorable Consejo Deliberante</b></li><li>• <b>Planeamiento Urbanístico</b></li><li>• <b>Subsecretaría de Medio Ambiente</b></li></ul>	<b>Intereses:</b> Necesidad de plantear una buena gestión y satisfacer las necesidades de la población. <b>Estrategias:</b> Atender a las necesidades de la sociedad a través de las delegaciones municipales y uniones vecinales, como así también, plantear proyectos que involucren sus necesidades.	Escasez de recursos para afrontar los inconvenientes o necesidades de la gente. Escasa capacidad operativa.	Cumplimientos de las disposiciones de la Constitución Nacional; Leyes Nacionales y Provinciales; Ordenanzas y Normas Municipales.
8	<b>Policía de Mendoza</b>	<b>Intereses:</b> Resguardar la seguridad de la población y satisfacer sus necesidades. <b>Estrategias:</b> Operar de modo intensivo, estratégicamente en los lugares más conflictivos.	Escasez de recursos para afrontar los inconvenientes o necesidades de la gente. Escasa capacidad operativa.	Cumplimientos de las disposiciones de la Constitución Nacional; Leyes Nacionales y Provinciales; Ordenanzas y Normas Municipales.
9	<b>Cámara de Comercio Industria y Agropecuaria</b>	<b>Intereses:</b> Generar una buena representación de los comerciantes adheridos, defendiendo sus intereses. <b>Estrategias:</b> Establecer vínculos con entidades gubernamentales y asociarse con mayor cantidad de	Presenta otras prioridades antes que las del sector en estudio.	No identificados.

		comerciantes.		
10	<b>Secretaría de Servicios Públicos – Dirección de Transporte</b>	<p><b>Intereses:</b> Generar una buena gestión, para garantizar el servicio de transporte público y privado de manera eficiente y segura.</p> <p><b>Estrategias:</b> replanificar, reprogramar, controlar y ejecutar la prestación de los servicios públicos en el contexto del proyecto.</p>	Inconvenientes en la circulación que producen demoras y accidentes.	Cumplimientos de las disposiciones de la Constitución Nacional; Leyes Nacionales y Provinciales; Ordenanzas y Normas Municipales.
11	<b>Departamento General de Irrigación</b>	<p><b>Intereses:</b> Administrar el recurso hídrico en la provincia de Mendoza, reglamentando y fiscalizando su uso.</p> <p><b>Estrategias:</b> No</p>	Filtraciones de agua por no encontrarse impermeabilizado completamente el cauce.	Ley general de aguas.

## DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS Y EFECTOS

Los problemas identificados, poseen una jerarquización, a partir de la cual se observa que, como cabeza, se encuentran los problemas de circulación sobre la avenida, lo que trae aparejado una innumerable cantidad de accidentes.

Para entender el porqué del problema principal es necesario describir otros problemas, que son los secundarios, los cuales hacen al problema principal.

En primer lugar, se tiene el ancho insuficiente de calzada, que se destaca ya que se genera una especie de embudo en la zona analizada, debido al elevado caudal vehicular y

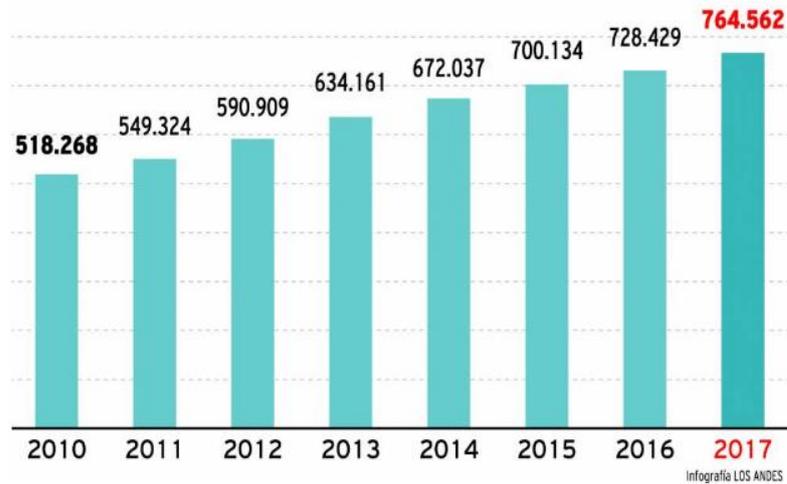
excesivos tiempos de circulación en el tramo analizado. A su vez, el ancho insuficiente se pone de manifiesto ante la presencia de carga pesada que circula por la zona, ya que no existe un control estricto por parte de la autoridad de aplicación. La avenida es una de las arterias principales de acceso a la ciudad de todo el sector este del departamento y su concurrencia es sumamente elevada. La importancia principal para todos los distritos del este radica en que presenta una vía directa hacia el hospital público del departamento “Hospital Teodoro J. Schestakow”, además también se encuentra el “Hospital Español del Sur Mendocino”

Otro de los problemas secundarios que se debe tener en cuenta, para evaluar el problema principal, es el elevado flujo vehicular, siendo consecuencia, entre otros factores, el crecimiento poblacional de la zona. También se ha tenido cuenta la circulación de ciclistas sobre la avenida, los que aumentan los riesgos de accidentes ya que no cuentan con el espacio suficiente para su circulación y comparten la misma vía que automóviles y transporte de carga. Por su parte, la presencia de dos establecimientos escolares con elevada concurrencia hace que se sumen factores para contribuir en el problema de circulación.

Además, se debe tener en cuenta el crecimiento del parque automotor. Se hace referencia a continuación sobre una nota de la universidad de cuyo: *“La provincia de Mendoza se encuentra entre las diez provincias en las que más creció el parque automotor, superando incluso a la provincia de Buenos Aires. En la provincia, la cantidad de autos aumentó el 183 % desde el año 2006 hasta el año 2014. En 2006 circulaban por las calles de Mendoza 267 073 vehículos. Ocho años después, esa cifra aumentó a 489 606. De acuerdo con los datos, en Mendoza hay 263 autos cada mil habitantes o, lo que es lo mismo, hay un auto cada tres personas”*. La nota anterior se realizó con datos hasta el 2016, a continuación, se detalla una nota del diario Los Andes, con fecha del 10 de septiembre del año 2017: *“Casi 200 mil autos se incorporaron al parque automotor mendocino en los*

*últimos cinco años. Bajas de precios, competencia feroz y financiamientos por debajo de la inflación, prometen impulsar aún más las ventas”.*

### EVOLUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR DE MENDOZA



*Nota: Información extraída de diario Los Andes*

Este crecimiento repercute de manera directa sobre la infraestructura existente y hace que sea inminente una modificación sobre la situación actual de la avenida. Otros de los problemas que trae aparejado éste crecimiento es la escases de estacionamientos y la contaminación que se produce en mayor escala cuántos mayores son los tiempos de circulación.

Por su parte en el árbol de efectos que prosigue al árbol de problemas, se pueden observar algunos de los efectos que trae aparejado el conflicto de la avenida. En primer lugar, se hace referencia al uso excesivo de los recursos no renovables (combustibles), ya que, si se optimizan los tiempos de circulación se evitarían demoras y la quema innecesaria de combustible. A partir de éstas demoras es innegable la contaminación que se produce sobre el medio ambiente, lo que es totalmente innecesario.

Los retrasos que se producen, generan mal estar en los conductores, esto lleva a una necesidad de evadir la avenida principal y tomar atajos por calles internas aumentando la circulación de automóviles en zonas residenciales, lo que produce preocupación en la



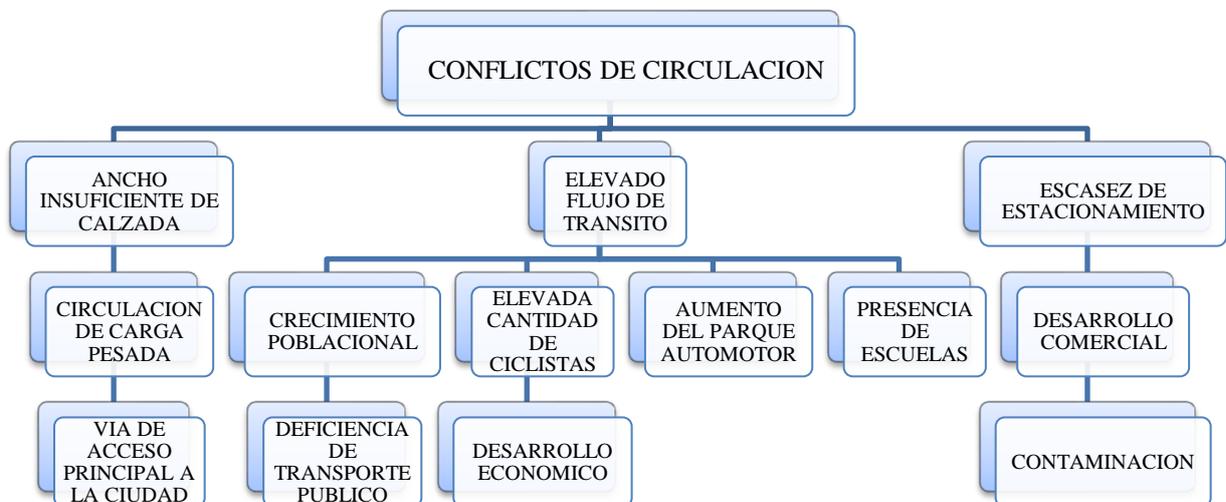
población aledaña a la avenida, aumentando el riesgo de accidentes en las calles internas de la ciudad.

Los efectos que producen los problemas de circulación no sólo son los mencionados anteriormente, sino que también se producen efectos de contaminación visual, sonoro y ambiental.

26

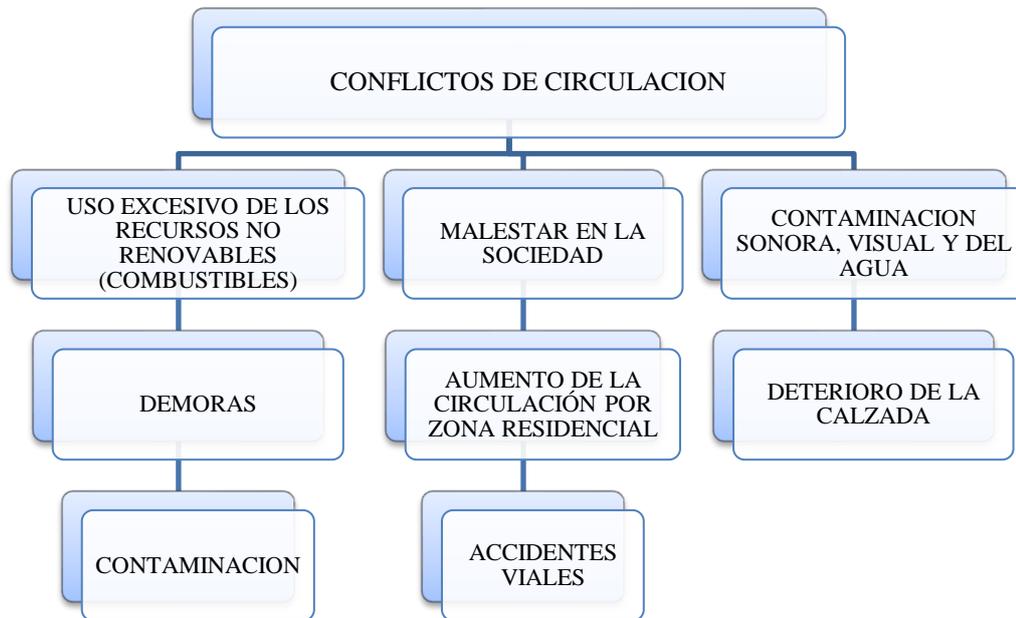
En último lugar, hay que hacer mención a uno de los efectos inevitables de ésta problemática, que es el deterioro precoz de la calzada.

### ARBOL DE PROBLEMAS





## ARBOL DE EFECTOS



## ARBOL DE MEDIOS

A continuación, se establecen los medios, que se estiman, más viables para mejorar los conflictos de circulación que se presentan. En primer lugar, una mejora en la aplicación de la ley de tránsito, lo que incluye mayores controles, sería favorable para evitar la circulación de vehículos de carga pesada, los que generan inconvenientes en la avenida. Una alternativa deseable para evitar los problemas mencionados sería la incorporación de accesos alternativos, a partir de los cuales se lograría una descongestión sobre la situación actual de la avenida.

Otro medio viable para liberar espacio sería la incorporación de una ciclovía que brindaría mayor seguridad a ciclistas, como así también a los conductores al poseer mayor ancho disponible sobre la avenida. Los escasos de espacio para estacionamiento generan que los automóviles se detengan a la margen de la avenida, lo que genera menor disponibilidad de ancho libre para circulación, por tanto, sería viable generar estos espacios, los que darían un mayor despeje sobre la calzada.



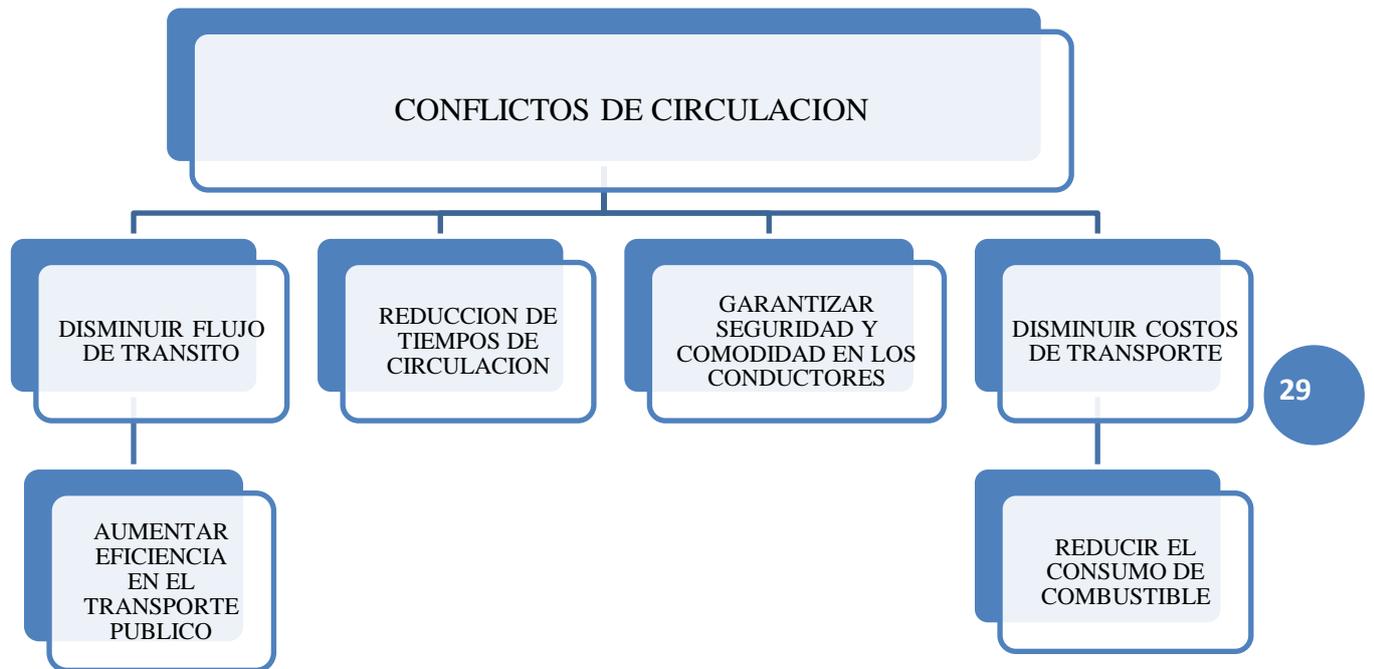
Por último, la modificación y adecuación de la normativa que regula los establecimientos o comercios que se desarrollan sobre la avenida, sería de gran ayuda, ya que la exigencia de un determinado retiro, más la capacidad de brindar estacionamientos en su interior sería una buena alternativa para evitar conflictos de circulación.



### ARBOL DE FINES

Lo que se busca es obtener una infraestructura vial adecuada, que modifique la situación actual, para brindar seguridad, comodidad y confort a los conductores que circulen por la avenida.

La elaboración de un proyecto que surge a partir de la identificación del problema principal tiene como objetivo alcanzar los fines propuestos a continuación.



## ARBOL DE OBJETIVOS

A partir del árbol de objetivos se ha definido la situación a la que se pretende llegar con la elaboración del proyecto. Para poder elaborarlo se han tomado como positivas las situaciones negativas que formaban parte del problema principal.

Uno de los objetivos que forma parte de este árbol es la colaboración por parte de la autoridad de aplicación, los que deberían aplicar la ley de tránsito y prohibir la circulación de carga pesada, esto daría como resultado una gran descongestión sobre la avenida. Para esto no sólo sería necesario aplicar sanciones, sino también, contar con los desvíos adecuados para no generar conflictos con el aumento de circulación en otros sectores del departamento.

Por otra parte, se considera que la generación de alternativas de circulación más eficientes sobre el trayecto de la avenida daría un impacto positivo sobre la situación actual. Por un lado, la elaboración de una ciclovía evitaría la circulación y la interacción directa de



los ciclistas con los carriles de la avenida, liberando espacio para la circulación y logrando como primera medida la disminución de riesgos de accidentes.

Otra medida que se toma como objetivo para la disminución de los accidentes es la de generar una optimización sobre el transporte público; de esta manera, muchas personas que utilizan medios de transporte propios, cambiarían por transporte público, que daría como resultado una menor cantidad de conductores en la avenida.

La falta de espacio físico para estacionamiento da la pauta para proponer éste nuevo objetivo, que es el de brindar espacio sobre la avenida para estacionar, de éste modo se promueve el despeje de los carriles.

Y por último se debe remarcar la idea de generar seguridad en el ambiente educativo, ya que a diario existen inconvenientes y demoras en los horarios de ingreso y egreso.

**OBJETIVO GENERAL**



## ALTERNATIVAS DE SOLUCION

### Alternativa N°1

Tiene en cuenta las siguientes acciones:

- a) **Recubrimiento del colector;**
- b) **Ampliación de la calzada;**
- c) Bici-senda de doble circulación;
- d) Construcción de pasarela peatonal, en intersección con El Pino
- e) Modificar la zona de egreso e ingreso de la escuela primaria Corbalán, situada en intersección de calle El Pino y Av. Alberdi

La alternativa constituye un proyecto integrador, donde las dos primeras variantes son necesarias para mitigar el problema y los dos restantes son medidas complementarias que optimizan el desarrollo del proyecto.

## DESCRIPCION DE ACCIONES

La primera acción corresponde al recubrimiento del colector Alberdi, el mismo es de carácter aluvional y se desarrolla desde Av. Sarmiento y Dean Funes hasta Av. Alberdi a metros de calle Sueta.

Para generar la acción planteada se debe tener en cuenta toda la cuenca de aporte para que, al momento de recubrirla, sea conocido el máximo caudal aportado ante una tormenta de diseño dada y asegurar el correcto funcionamiento de este.



El cauce se cubrirá con el fin de obtener el espacio suficiente para materializar las acciones de **ampliación de calzada y/o construcción de bici-senda**.



*2- Colector Alberdi. Entre calles Reconquista y Tacuarí.*

La ampliación de calzada se realizará para generar mayor cantidad de carriles de circulación y/o espacios de estacionamientos.

Para esto se deberá tener en cuenta un movimiento de suelo sobre la carretera actual, de modo de generar el perfil de calle deseado.

La construcción de bici senda será sobre el espacio que genere el recubrimiento del colector. La misma se desarrollará sobre la totalidad de la traza expresada en este proyecto y se pretende, al menos, un espacio para que se genere una doble mano de circulación.

La pasarela peatonal es una alternativa ubicada en un lugar puntual, en un sector que se considera crítico en el estudio, como lo es el establecimiento escolar ubicado en Av. Alberdi y Calle El Pino sobre la escuela Corbalán. Aquí se prevé la construcción de un puente calle con una sobreelevación tal, sobre el nivel de calzada, que permita la circulación de cualquier tipo de transporte que circule por la avenida.

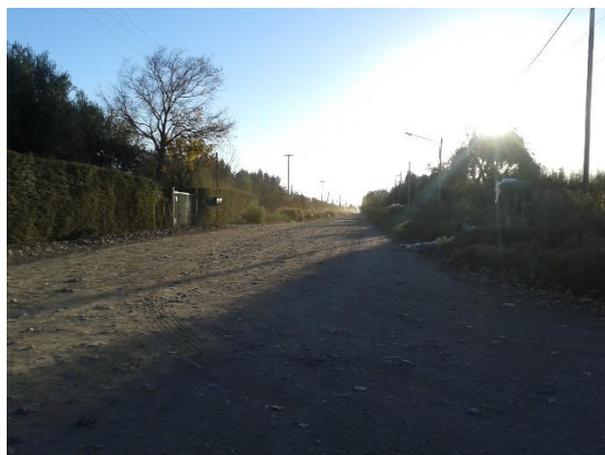


3- Modelo de pasarela a colocar en intersección con calle Espínola.

Otra alternativa es la de modificar el lugar de ingreso y egreso al establecimiento, el mismo se prevé en el sector opuesto al actual ingreso que posee. De este modo se evitaría el congestionamiento en ese sector de la avenida.

### **Alternativa N°2**

Plantea generar una traza paralela a avenida Alberdi, existiendo la opción de realizarla al Norte o al Sur. Se descarta la realización hacia el norte, debido a la existencia de zona residencial. Es por esto que se decide ejecutarla en la zona sur, donde existen áreas que aún no han sido desarrolladas íntegramente; además se decidió aprovechar una traza existente, por lo que se eligió la prolongación de la Avenida Irene Curié, ubicada a 900 metros al sur.



4- Calle Irene Curié intersección con calle Balcarce.



*5- Calle Irene Curié intersección con calle Sueta.*

Éste paso llega hasta calle Los Dos Álamos, pudiendo retomar la Avenida Alberdi en un lugar posterior a la zona de conflicto.

La segunda es una conveniente alternativa para aliviar el flujo vehicular sobre la avenida, posteriormente se realizarán las evaluaciones correspondientes para definir cuál de las dos presenta mayor rentabilidad.



## FORMULACION DEL PROYECTO

### DIAGNÓSTICO:

De acuerdo con la problemática identificada en referencia al conflicto vehicular y el inminente riesgo de accidentes de tránsito provocados por el gran flujo de automóviles lo que genera inseguridad y demoras de tiempo para quienes la transitan, es que se realiza un diagnóstico de la situación problema, para posteriormente ser analizada en diferentes dimensiones y así posibilitar la realización de un estudio más específico de la situación actual.

#### a) Dimensión tecnológica.

La infraestructura existente sobre avenida Alberdi presenta una marcada obsolescencia como consecuencia del crecimiento poblacional y del parque automotor, el cual ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años.

Con el transcurso del tiempo la problemática es más recurrente, ya que el tránsito actualmente supera la capacidad proyectada tanto en cantidad de automóviles como en dimensión de los mismos, acentuándose aún más la problemática y generando nuevos problemas en el entorno del proyecto.

Al realizar un análisis más exhaustivo, de la situación problema, es que se realiza la identificación de distintas variables incluidas en la dimensión tecnológica, las cuales se desarrollan a continuación.

##### *a.1) Ancho insuficiente de calzada:*

Como se hizo referencia anteriormente, debido al gran crecimiento del parque automotor y la inexistencia de mejoras sobre la situación base de la avenida Alberdi, es que actualmente se observan problemas de transitabilidad identificando factor principal, el ancho insuficiente de calzada.



6- Av. Alberdi entre Emilio. Civit y Comandante Torres

En la imagen precedente, se aprecia claramente el conflicto mencionado y la diversidad del tipo de tránsito circulante, el que incluye desde bicicletas, hasta camiones de gran porte.

*a.2) Colector a cielo abierto:*

Este colector acompaña la totalidad de la traza del proyecto, contando con un recubrimiento parcial. En los sectores donde no se encuentra cubierto, el mismo no presenta ninguna barrera física que brinde seguridad a los conductores, ante inconvenientes o accidentes agravando las consecuencias.

A su vez la inexistencia de recubrimiento genera una pérdida de superficie para su aprovechamiento.



7- Colector a cielo abierto, margen sur de Av. Alberdi

#### *a.3) Circulación de ciclistas:*

El uso de bicicletas como medio de transporte en San Rafael es una costumbre que durante los últimos años ha mostrado un alza considerable. Es indispensable tenerla en cuenta y velar por su seguridad.

Actualmente no existe una senda exclusiva para bicicletas en la traza del proyecto, que garantice la seguridad del ciclista, lo que ha ocasionado gran cantidad de accidente de tránsito, arrojando un alto número de víctimas fatales.



8- Ciclista en la intersección de Av. Alberdi y Balcarce.

#### *a.4) Demoras de circulación:*

Como consecuencia del elevado flujo de tránsito y un ancho insuficiente de calzada, adicionando el incumplimiento de la ley de tránsito por parte del transporte de carga pesada



que circula por la avenida, es que se producen demoras importantes durante el recorrido generando malestar en la población que hace uso de la avenida Alberdi y zonas aledañas.

38



9- Congestión de automóviles detenidos en semáforo de Av Alberdi y V. Sarfield

*a.5) Estado de calzada en deterioro:*

Debido al control insuficiente sobre el desvío de carga pesada y la consecuente circulación de camiones de gran porte en la avenida, es que se producen fallas en el pavimento, como son ahuellamientos, hundiduras y fisuras. Además, el levado flujo de tránsito genera peladuras sobre la capa de rodamiento.

La situación anterior se ve agravada por la ausencia de mantenimiento adecuado en la calzada, acortando la vida útil del pavimento.



10- Circulación de carga pesada y deterioro de calzada. Intersección con V. Sarfield.



*11- Defectos de calzada. Intersección con V. Sarfield.*

## b) Dimensión ambiental.

El proyecto se desarrollará en un medio ambiente urbano, con una fuerte intervención antrópica, en el cuál quedan muy pocos elementos del medio natural.

Las redes viales que constituyen la infraestructura vial urbana, han sufrido un marcado deterioro por el uso y transcurso del tiempo. Los principales afectados son los ciudadanos del departamento de San Rafael, comerciantes, transportistas, turistas y usuarios de la red en general.

Los factores climáticos del departamento son:

- Clima templado seco, de zona árida.
- Temperatura media anual 14,8 °C.
- Precipitación anual 190 mm (octubre a marzo)

A partir del conocimiento de los valores de precipitación sobre la ciudad de San Rafael y habiendo identificado la cuenca de aporte del colector Av. Alberdi se podrá estimar a capacidad del colector situado a la margen de la avenida.



Por último, la calidad del aire se ve afectada por esta problemática, ya que es elevada la cantidad de automóviles que circulan y los embotellamientos generan una quema innecesaria de combustible por parte de los vehículos.

### c) Dimensión jurídico-legal.

El dominio de la obra está a cargo de la Municipalidad de San Rafael, por ser vial y encontrarse en el ejido urbano.

Debe tenerse en cuenta que a lo largo de la traza del proyecto se encuentran gran cantidad de instalaciones, desde residencias particulares, hasta establecimientos educativos, aserraderos, estaciones de servicio y una amplia variedad de negocios, sobre los cuales se deben ejecutar controles y seguimientos dependiendo del rubro de estos.

Hay una amplia variedad de jurisdicciones que interactúan sobre la traza del proyecto, como son: EDEMSA, ECOGAS, Dirección de Hidráulica, etc. Cada uno de los cuales presenta sus propias normativas de control y ejecución de obras.

Se debe tener en cuenta, que, durante el relevamiento sobre la traza de la avenida, se constató que existen viviendas que exceden los límites municipales de construcción, por lo que se deberán realizar las acciones correspondientes para la expropiación de viviendas y la correspondiente reubicación de familias en caso de ser necesario.

### d) Dimensión político-institucional.

Como se mencionó anteriormente, el responsable de la obra es el municipio de San Rafael, el cual en la actualidad realiza un intensivo plan de asfalto en la ciudad, que han incluido la repavimentación de sectores aledaños a la avenida en estudio, como Av. Vélez Sarfield, las calles internas de Pueblo Diamante, calle Chubut, Balcarce, entre otras.



Por lo antes expuesto, no es equivocado pensar, que el municipio tiene la capacidad de repavimentar la carpeta asfáltica de Av. Alberdi, pero este trabajo solo mejoraría una parte muy minúscula de la problemática, siendo necesario una tarea más abarcativa.

La interacción entre distintas instituciones se hace evidente, ya que, al tratarse de una obra lineal, a lo largo de la misma se encuentra con muchas instalaciones, las cuales están a cargo de diferentes entidades, como se muestra en la siguiente imagen.

41



*12- Intersección Av Alberdi y calle Pichincha*

La relación entre el Municipio y algunas instituciones son más habituales, por ejemplo, con AySaM, ya que realizan en conjunto muchas obras de asfaltado con la intervención de colectores de cloacas o redes de agua potable.

Al interactuar jurisdicciones provinciales y municipales, conlleva en un inconveniente aún mayor, ya que muchas entidades provinciales no se encuentran radicadas en el departamento, o simplemente tienen oficinas menores de representación en las cuales no hay representantes de mayor jerarquía. A lo que se le debe sumar, que es de público conocimiento y con antecedentes recientes, la diferencia política que ocurren entre las gestiones provinciales y municipales, dificultando aún más la relación en proyectos interjurisdiccionales.



### e) Dimensión económico-financiera.

La ejecución del proyecto como ya se ha expresado, está en dominio municipal, pero por tratarse de una obra de gran envergadura, el presupuesto del municipio puede ser bajo para llevarlo a cabo, por tal motivo es necesario buscar financiamiento en diferentes entidades nacionales e internacionales, las cuales presentan líneas de créditos destinados a infraestructura.

42

A su vez la Secretaría de Asuntos Municipales, a cargo del Ministerio del Interior, Obras públicas y vivienda, pone a disposición de los municipios diferentes Programas diseñados para favorecer el fortalecimiento de los municipios trabajando para facilitar la implementación de programas de financiamiento destinados a optimizar la provisión de servicios públicos municipales y a fortalecer los sistemas administrativos, entre otros.

Es muy importante resaltar que el proyecto desarrollaría una mejora notable en la calidad de vida de los involucrados, trayendo aparejado un ahorro en concepto de combustible, tiempos de circulación y un posible mayor ingreso de comerciantes, sin tener en cuenta el costo incalculable que tienen los accidentes de tránsito evitables y por sobre todo las vidas humanas que podrán salvarse.

Si se logra concientizar acerca de la importancia de la ejecución del proyecto, sería prioritario para la comuna, la búsqueda de financiamiento para materializarlo en forma inmediata.



## IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN; JUSTIFICACIÓN DE ESTAS.

---

### ALTERNATIVA N°1: “Aprovechamiento de la traza actual”

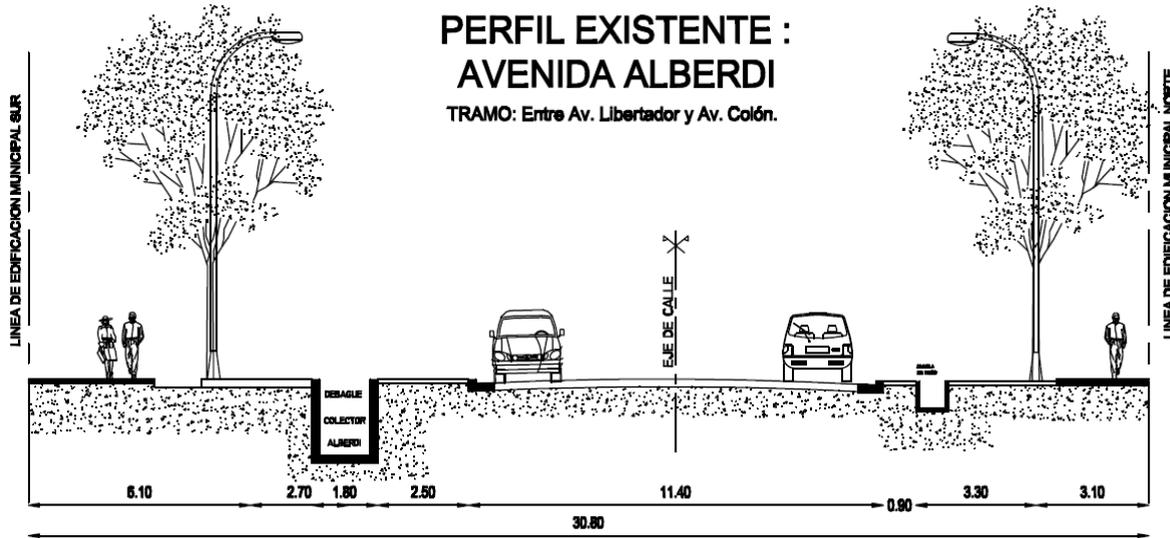
Tiene en cuenta las siguientes acciones:

- f) Recubrimiento del colector;
- g) Ampliación de la calzada;
- h) Bicisenda de doble circulación;
- i) Construcción de pasarela peatonal, en intersección con El Pino
- j) Modificar la zona de egreso e ingreso de la escuela primaria Corbalán, situada en intersección de calle El Pino y Av. Alberdi

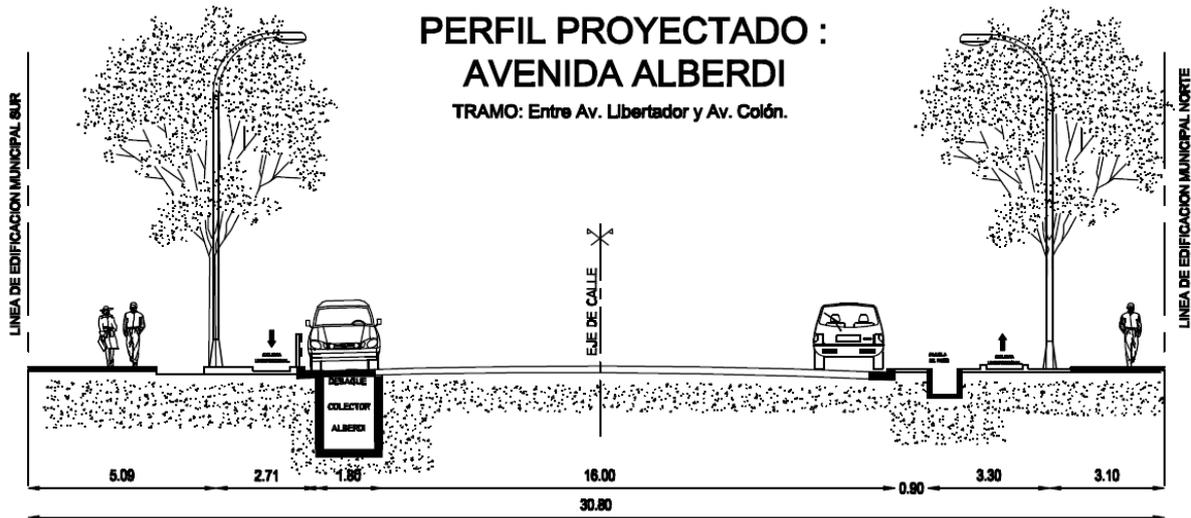
La alternativa constituye un proyecto integrador, donde las dos primeras variantes son necesarias para mitigar el problema y los dos restantes son medidas complementarias que optimizan el desarrollo del proyecto.

Se realizó el relevamiento sobre la avenida, desde su inicio en avenida El Libertador, hasta la culminación del proyecto, sobre calle Sueta.

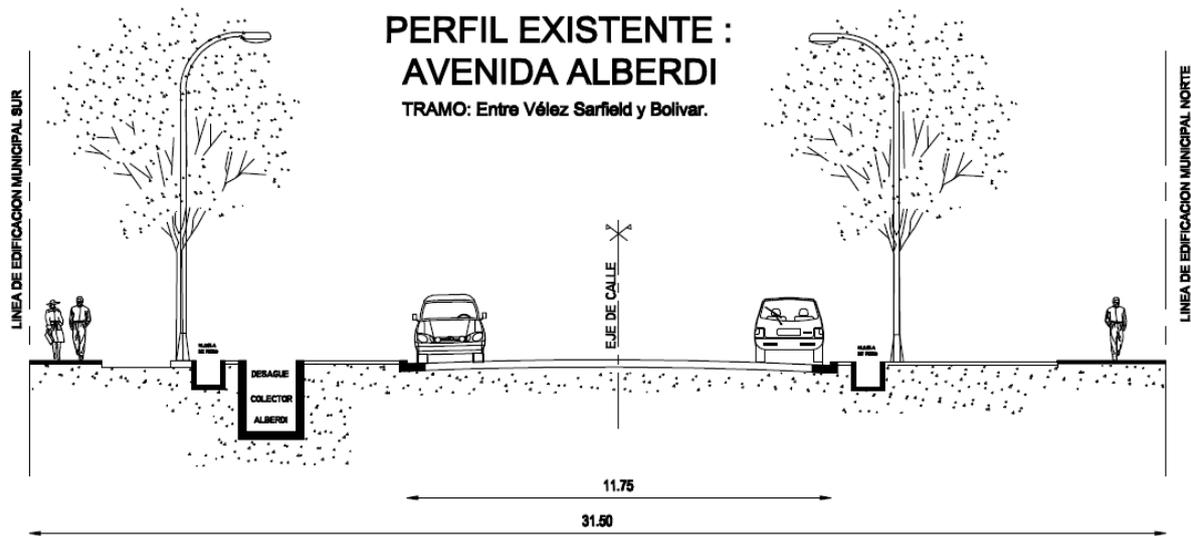
Se han graficado los perfiles transversales producto del relevamiento, entre zonas definidas. A continuación, se detallan los perfiles existentes y los proyectados.



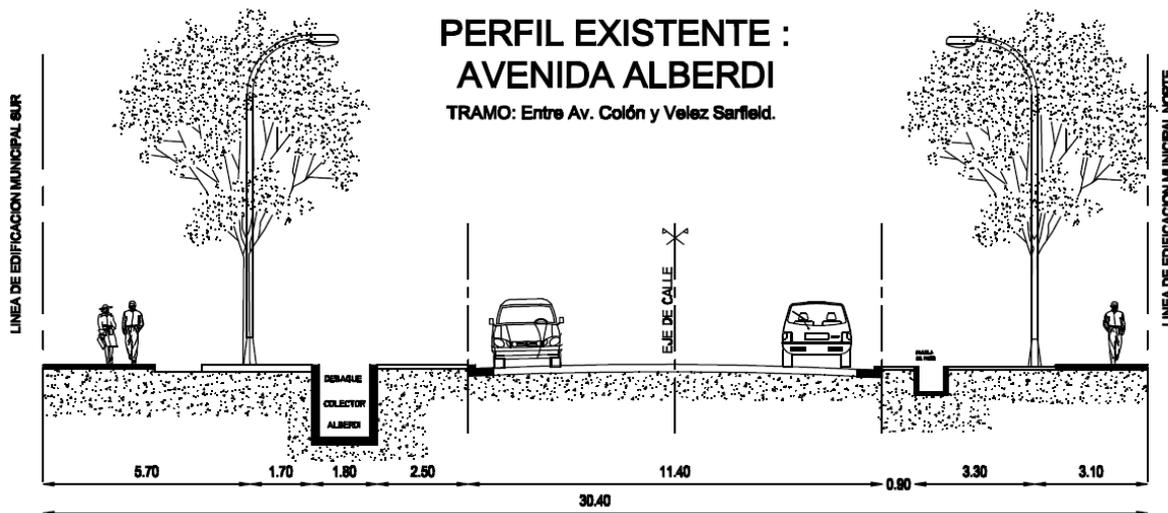
13- Perfil existente - Av. Alberdi entre Av. El Libertador y Av. Colón.



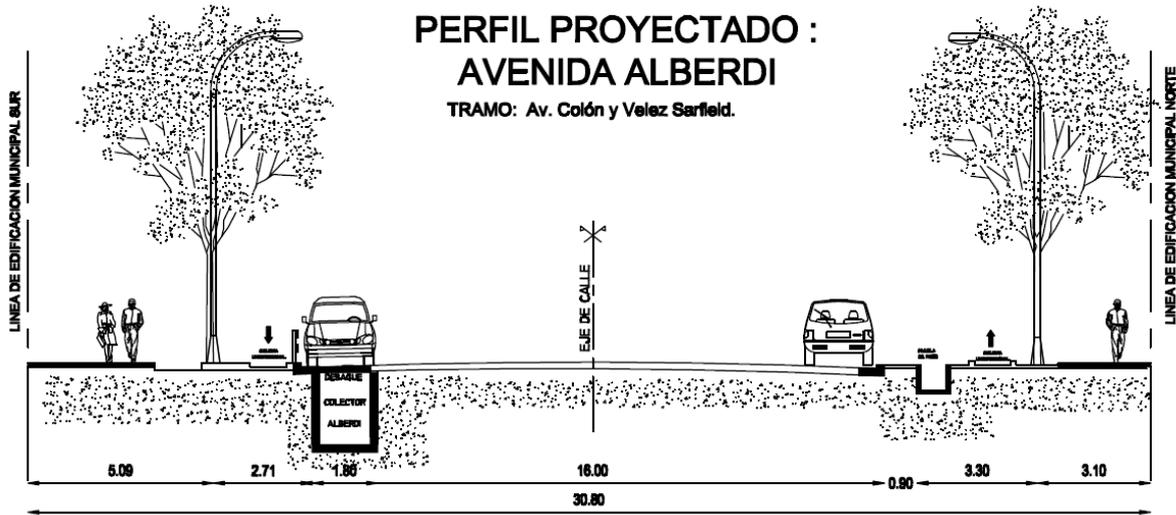
14- Perfil proyectado - Av. Alberdi entre Av. El Libertador y Av. Colón



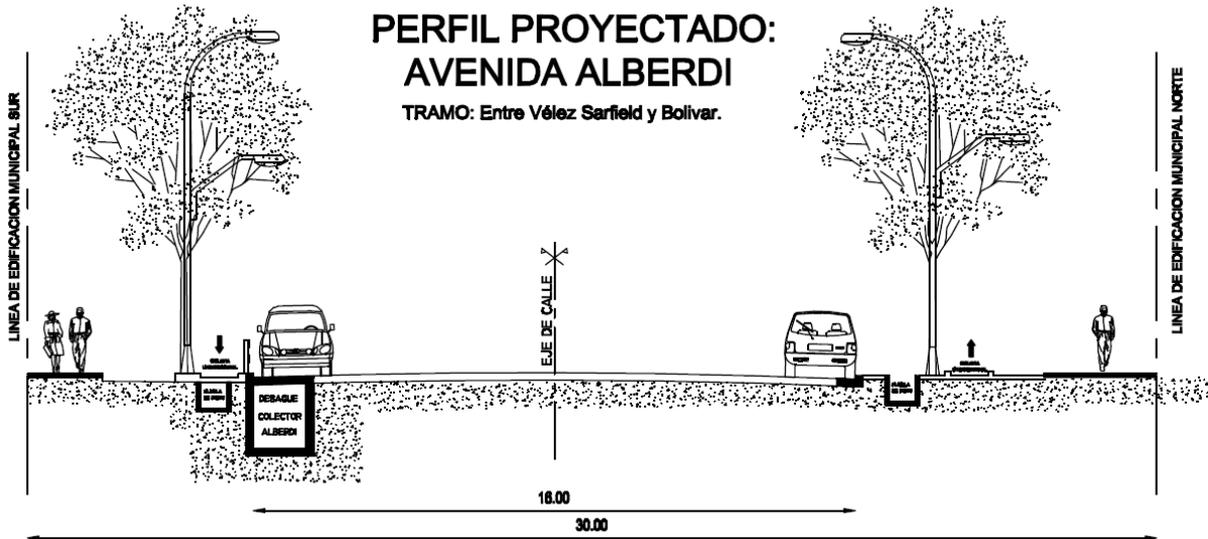
15- Perfil existente - Av. Alberdi entre Av. Colón y Calle Vélez Sarsfield



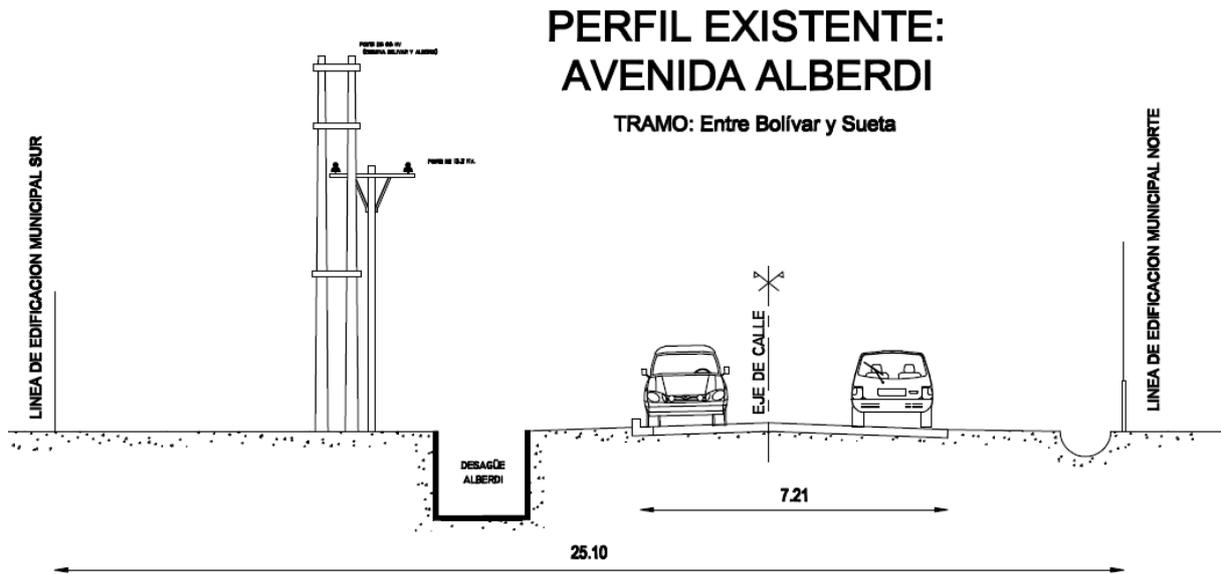
16- Perfil existente - Av. Alberdi entre Calle Vélez Sarsfield y Calle Bolívar



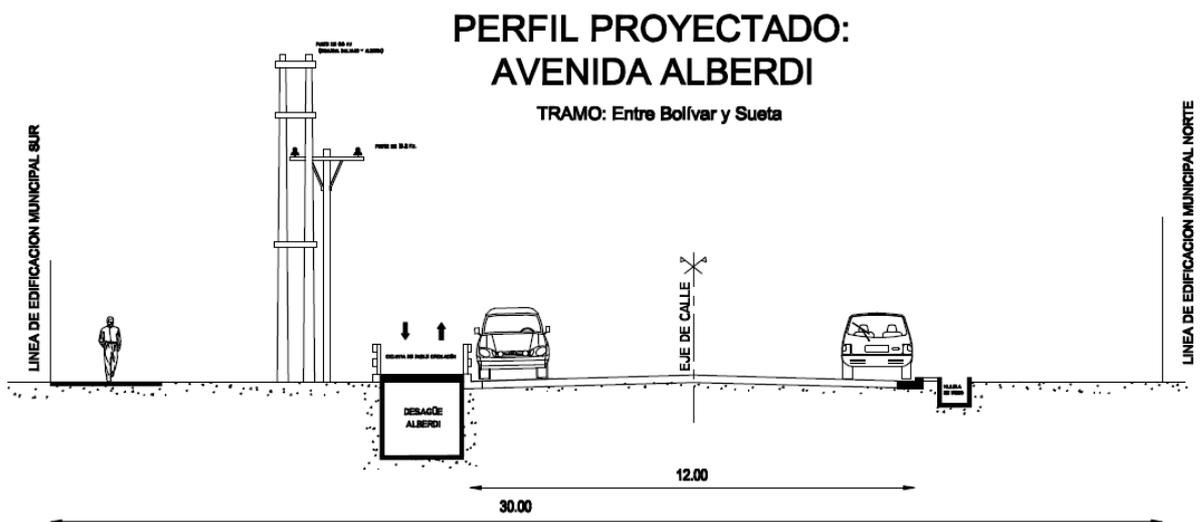
17-Perfil proyectado - Av. Alberdi entre Av. Colón y Calle Vélez Sarsfield.



18- Perfil proyectado - Av. Alberdi entre Calle Vélez Sarsfield y Calle Bolívar.



19- Perfil existente - Av. Alberdi entre Calle Bolivar y Calle Sueta



20- Perfil proyectado - Av. Alberdi entre Calle Bolivar y Calle Sueta



### ▪ DESCRIPCION DE ACCIONES

- La primera acción corresponde al recubrimiento del colector Alberdi, el mismo es de carácter aluvional y se desarrolla desde Av. Sarmiento y Dean Funes hasta Av. Alberdi hasta intersección con ruta provincial 165. Para generar la acción planteada se debe tener en cuenta toda la cuenca de aporte para que, al momento de recubrirla, sea de nuestro conocimiento el máximo caudal aportado ante una tormenta de diseño dada y asegurar el correcto funcionamiento de este.

El cauce se cubrirá con el fin de obtener el espacio suficiente para materializar las acciones de ampliación de calzada y/o construcción de bicisenda.

- La ampliación de calzada se realizará para generar mayor cantidad de carriles de circulación y/o espacios de estacionamientos.

Para esto se deberá tener en cuenta un movimiento de suelo sobre la carretera actual, de modo de generar el perfil de calle deseado.

- La construcción de bicisenda será sobre el espacio que genere el recubrimiento del colector. La misma se desarrollará sobre la totalidad de la traza expresada en este proyecto y se pretende al menos un espacio para que se genere una doble mano de circulación.

- La pasarela peatonal es una alternativa ubicada en un lugar puntual, en un sector que se considera crítico en el estudio, como lo es el establecimiento escolar ubicado en Av. Alberdi y Calle El Pino.

Aquí se prevé la construcción de un puente calle con una sobreelevación tal, sobre el nivel de calzada, que permita la circulación de cualquier tipo de transporte que circule por la avenida.

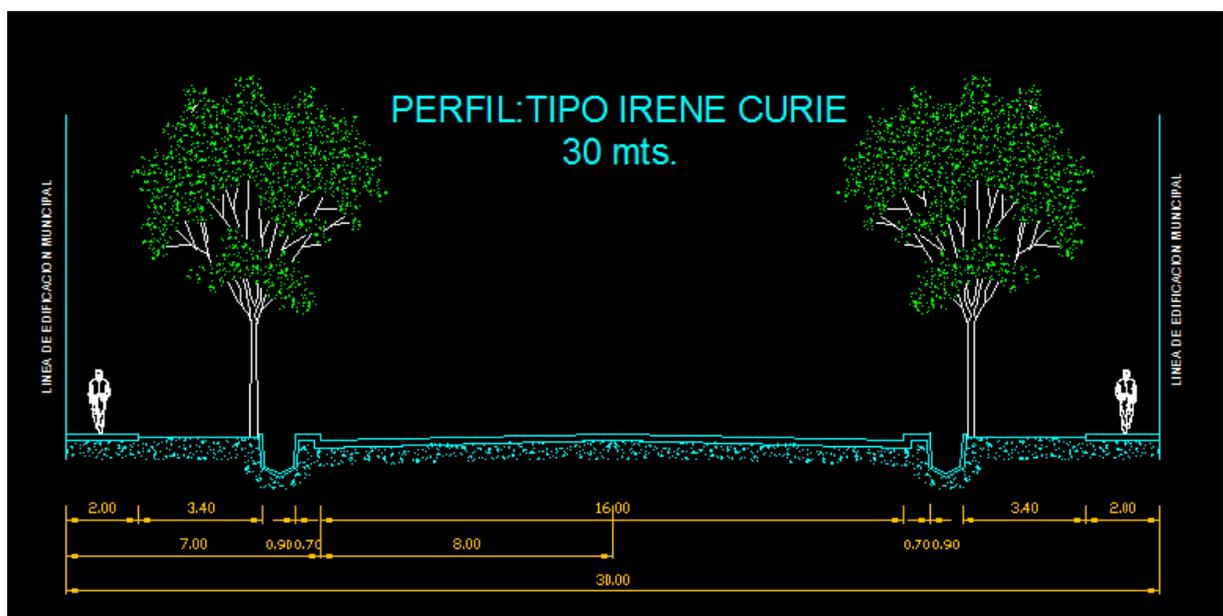


- Otra alternativa es la de modificar el lugar de ingreso y egreso al establecimiento, el mismo se prevé en el sector opuesto al actual ingreso que posee. De este modo se evitaría el congestionamiento en ese sector de la avenida.

### ALTERNATIVA N°2: “Generación de traza paralela – Irene Curié-”

Plantea generar una traza paralela a avenida Alberdi, existiendo la opción de realizarla al Norte o al Sur. Se descarta la realización hacia el norte, debido a la existencia de zona residencial. Es por esto por lo que se decide ejecutarla en la zona sur, donde existen áreas que aún no han sido desarrolladas íntegramente; además se decidió aprovechar una traza existente, por lo que se eligió la prolongación de la Avenida Irene Curie, ubicada a 900 metros al sur.

Éste paso llega hasta calle Los Dos Álamos, pudiendo retomar la Avenida Alberdi en un lugar posterior a la zona de conflicto.



21- Perfil tipo proyectado calle Irene Curie.



## DEFINICIÓN DE CRITERIOS E INDICADORES DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS.

---

Indicadores de comparación:

### f) AMBIENTAL:

50

- Disminución de la contaminación y ruidos.

Hace referencia a la contribución del proyecto para mejorar y disminuir la contaminación de del aire, agua y sonora, existente en el trazado actual. Es de valoración subjetiva.

- Contaminación de suelos.

Compara cuál de las alternativas reduce la contaminación actual del suelo e inclusive cual contamina menos una vez en funcionamiento. Es de valoración subjetiva.

- Extracción de forestales.

Contabiliza la cantidad de ejemplares que deben ser erradicados por interferir en el proyecto. No discrimina por especies de árboles.

- Aptitud del suelo (cultivo, urbanización, etc.).

Tiene en cuenta el cambio en el uso del suelo, en relación a la aptitud que posee para poder ser cultivado o su potencial para urbanizar.

- Grado de coherencia en los planes de uso y ocupación del suelo.

Considera de manera subjetiva, si el uso que se le dará al suelo respeta el plan de ordenamiento territorial o algún otro plan que deba tenerse en cuenta.

- Efecto barrera a la circulación urbana y rural.

Pone en valor el efecto que ocasiona la separación de ambos lados de la traza vial, determinando en forma subjetiva, la aislación que sufren las distintas márgenes y como pierden conexión.

## g) ECONÓMICO

- Expropiaciones:

- i. De viviendas: En este se indican el costo económico por cantidad de viviendas que se necesitan expropiar para el desarrollo de la obra. Las viviendas consideradas responden a aquellas que se encuentran dentro de la zona a expropiar, se computa este ítem por cantidad de viviendas.

- ii. De terrenos: En este se indica el costo económico de la superficie de terrenos que se necesita expropiar para el desarrollo de la obra. Las cantidades obtenidas dependen del ancho de expropiación considerado y la longitud de la alternativa. Dicho ancho se ve reducido en aquellas alternativas donde ya existen expropiaciones debido a infraestructura vial, donde no existe esta infraestructura se considera un ancho total, se computa este ítem por Ha de terrenos afectados.

- Pérdida de superficie productiva.

Se tiene en cuenta el suelo apto para ser cultivado: Se define este ítem en función de los m<sup>2</sup> de suelo apto para ser cultivado.

- Obras que construir.

- iii. De canales: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de canales, que se encuentran en el desarrollo de la traza y deben ser trasladados a una distancia del eje de calle acorde con las futuras



características del desvío. Se considera la cantidad de desagües existentes afectados por la alternativa, se computa este ítem por cantidad de canales.

- iv. De desagües: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de desagües, los que se encuentran en el desarrollo de la traza y deben ser trasladados a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío. Se consideran la cantidad de desagües existentes afectados por la alternativa.
- v. De obras de arte: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de obras de arte, y son aquellas que se encuentran en el desarrollo de la traza y deben ser reemplazadas por otras acordes con las futuras características del desvío. Se consideran las cantidades de las distintas obras de arte, ya sea puentes, partidores, compuertas, canoas y alcantarillas existentes.
- vi. De puentes de servicios: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de puentes, los que se encuentren en el trazado de la alternativa que deben ser removidos y reconstruidos a una distancia adecuada el eje de la nueva calzada. Es por ello que se consideran el número de los mismos.
- vii. De redes de agua potable: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de redes de agua potable, y que se encuentra en el desarrollo de la traza que deben ser

trasladadas a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío. Se consideran los metros de redes de agua potable existente.

viii. De redes de gas: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de redes de gas, las que se encuentran en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío. Se consideran los metros de tendido de gas existente.

ix. De redes eléctricas: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de redes eléctricas, las que se encuentran en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío. Se consideran los metros de líneas eléctricas existentes tanto para baja, media y alta tensión.

▪ Movimiento de suelos.

Evalúa el costo económico, en el cual se contempla todo el movimiento de suelo a realizar en la obra para tal ítem. Además, se tiene en cuenta el transporte de materiales, se computa en m<sup>3</sup> de material necesario.

Movimiento de suelo p/base estabilizada: Evalúa el costo económico, en el cual se contempla todo el movimiento de suelo a realizar en la obra para tal ítem. Además, se tiene en cuenta el transporte de materiales, se computa en m<sup>3</sup> de material necesario.



Movimiento de suelo p/Carpeta Asfáltica: Evalúa el costo económico, en el cual se contempla todo el movimiento de suelo a realizar en la obra para tal ítem. Además, se tiene en cuenta el transporte de materiales, se computa en m<sup>3</sup> de material necesario.

Movimiento de suelo p/Sellado: Evalúa el costo económico, en el cual se contempla todo el movimiento de suelo a realizar en la obra para tal ítem. Además, se tiene en cuenta el transporte de materiales, se computa en m<sup>3</sup> de material necesario.

- Gastos de operación y mantenimiento.

Dependiendo de la longitud de la traza, de la cantidad de obras de arte, y de otras características técnica, hace una valoración en forma subjetiva del costo en las tareas de operación y mantenimiento que deberán ser realizadas.

- Intersección con causas aluvionales.

Las alcantarillas que realizar para cruzar hijuelas de riego y drenajes representan costos considerables a tener en cuenta en la realización de nuestro proyecto, se computa este ítem por cantidad de alcantarillas.

- Ahorro de tiempo de viaje.

## h) JURÍDICO – LEGAL

- Expropiaciones.

- x. De viviendas: se indican la cantidad de viviendas que se necesitan expropiar para el desarrollo de la obra. Las viviendas consideradas responden a aquellas que se encuentran dentro de la zona a expropiar, pero descartando las que son de precarias condiciones debido a su bajo costo.

xi. De terrenos: se indica la cantidad de Ha de terrenos que se necesita expropiar para el desarrollo de la obra. Las cantidades obtenidas dependen del ancho de expropiación considerado y la longitud de la alternativa. Dicho ancho se ve reducido en aquellas alternativas donde ya existen expropiaciones debido a infraestructura vial, donde no existe esta infraestructura se considera un ancho total.

▪ Instalaciones que remover o reconstruir.

xii. De canales: Se considera la cantidad de gestiones a realizar en el ámbito jurídico legal para reconstrucción y/o remoción de canales, que se encuentran en el desarrollo de la traza y deben ser trasladados a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío.

xiii. De desagües: Se considera la cantidad de gestiones a realizar en el ámbito jurídico legal para reconstrucción y/o remoción de desagües, los que se encuentran en el desarrollo de la traza y deben ser trasladados a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío.

xiv. De obras de arte: Se considera la cantidad de gestiones a realizar en el ámbito jurídico legal para reconstrucción y/o remoción de obras de arte, y son aquellas que se encuentran en el desarrollo de la traza y deben ser reemplazadas por otras acordes con las futuras características del desvío.

xv. De redes de agua potable: Se considera la influencia de la cantidad de gestiones jurídica legal para la reconstrucción y/o remoción de redes de agua potable, y que se encuentra en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío.

xvi. De redes de gas: Se considera la influencia de la cantidad de gestiones jurídica legal para la reconstrucción y/o remoción de redes de gas, las que se encuentran en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío

xvii. De redes eléctricas: Se considera el la influencia de la cantidad de gestiones jurídica legal para la reconstrucción y/o remoción de redes eléctricas, las que se encuentran en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle acorde con las futuras características del desvío.

- Extracción de forestales.

La extracción de forestales considera las gestiones que son necesarias para poder lograr la autorización de las instituciones (Bosques) que controlan esa actividad. Para ello se ha tenido en cuenta la cantidad aproximada árboles que son necesarios erradicar para las distintas alternativas.

- Cantidad de pobladores a relocalizar.

En el presente indicador, se evalúa la posibilidad de reubicación de familias que se alojen en viviendas que no cumplan con los retiros estipulados en las normativas, siendo necesaria la expropiación del inmueble, o parte del mismo.

- Trazado del proyecto (jurisdicciones).

En este ítem se considera el desarrollo total de la traza del proyecto de cada una de las alternativas, tiene en cuenta las diferentes jurisdicciones por donde pasa, y se tiene en cuenta el la matriz las diferentes gestiones que se deberán realizar en las distintas localidades para la construcción de la traza vial.

- Cantidad de intersecciones existentes para la obra, incluyendo líneas, ductos, etc.).

Se enumeran las intersecciones que afectan la traza del proyecto, excluyendo los cauces aluvionales.

- Intersección con cauces aluvionales.

El presente indicador contabiliza los cauces aluvionales que atraviesan el camino.

## i) TÉCNICO

- Características técnicas:

Se realiza un análisis cuantitativo de las características técnicas que pueden presentar las alternativas, considerando relevantes las siguientes:

- i. Longitud del tramo
- ii. Número de carriles
- iii. Ancho de carriles
- iv. Tipo de carpeta de rodamiento

- Localización:



Es importante considerar la localización de las distintas alternativas, para evaluar la conveniencia de una u otra, para optimizar tiempos de obra y por lo tanto costos, por medio de los siguientes sub-criterios:

- v. Ubicación de materias primas e insumos
- vi. Características topográficas
- vii. Vías de acceso

- Proceso de construcción:

Compara de manera subjetiva las técnicas y materiales a emplear en las distintas alternativas de proyecto.

- viii. Procedimientos constructivos
- ix. Materiales utilizados

- Disponibilidad tecnológica

En caso de necesitar diferente tecnología a la hora de ejecutar las alternativas, se las compara, para definir su conveniencia.

## COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA.

---

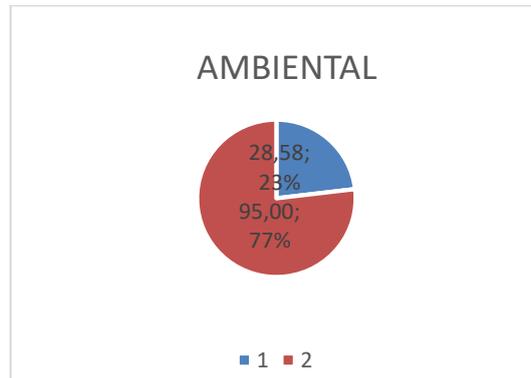
Teniendo en cuenta los criterios y sub-criterios de comparación desarrollados anteriormente, se realiza la ponderación de las alternativas por medio de un método matricial.

Este método otorga puntaje a las distintas alternativas según el criterio evaluado. De este modo se puede valorar en forma cuantitativa y clara la alternativa más viable y establecerla como la alternativa seleccionada.



Matrices de ponderación de alternativas:

j) Aspecto Ambiental:



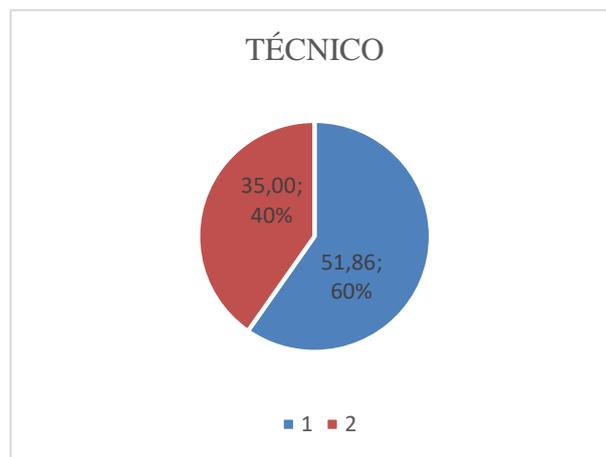
Criterios de comparación	Subcriterios	Puntaje Máximo	Puntaje unitario	Cantidad		Puntaje		Unidad
				Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2	
AMBIENTAL	Disminución de la contaminación y ruidos.	15	1,0	-3,0	15,0	-3,0	15,0	%
	Contaminación de suelos.	15	1,3	4,0	12,0	5,0	15,0	subjetivo
	Extracción de forestales	35	0,6	20,0	62,0	11,3	35,0	cantidad
	Aptitud del suelo (cultivo, urbanización)	10	2,0	-2,0	5,0	-4,0	10,0	subjetivo
	Grado de coherencia en los planes de uso y ocupación del suelo.	15	1,0	15,0	10,0	15,0	10,0	subjetivo
	Efecto barrera a la circulación.	10	1,4	3,0	7,0	4,3	10,0	subjetivo
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>					28,58	95,00



k) Aspecto Técnico

60

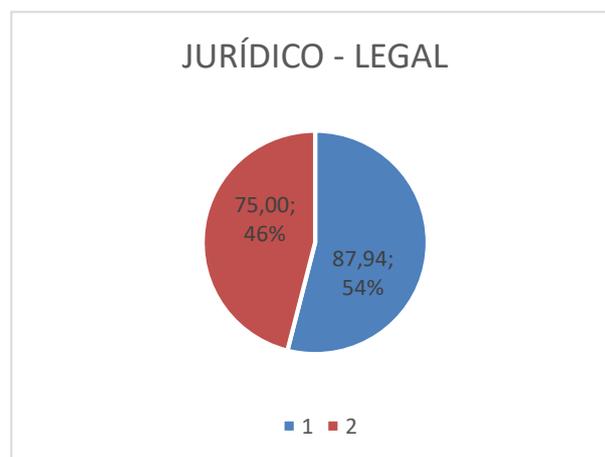
Criterios de comparación	Subcriterios		Puntaje Máximo	Puntaje unitario	Cantidad		Puntaje		Unidad
					Alt.1	Alt.2	Alt.1	Alt.2	
<b>TÉCNICO</b>	Características Técnicas (40%)	Longitud del tramo	10	2,86	2,50	3,50	-7,14	-10,00	km
		Número de carriles	10	2,50	4,00	2,00	10,00	5,00	cantidad
		Ancho de carriles	5	1,85	2,70	2,70	5,00	5,00	m
		Tipo de carpeta de rodamiento	15	1,00	15,00	15,00	15,00	15,00	subjetivo
	Localización (15%)	Ubicación de materias primas e insumos	4	1,00	4,00	3,00	-4,00	-3,00	km
		Características topográficas	3	1,00	3,00	2,00	3,00	2,00	subjetivo
		Vías de acceso y medios de transporte	8	1,00	8,00	6,00	8,00	6,00	cantidad
	Proceso de construcción (15%)	Procedimientos constructivos	8	1,00	5,00	8,00	-5,00	-8,00	subjetivo
		Materiales utilizados	7	1,00	3,00	7,00	-3,00	-7,00	subjetivo
	Disponibilidad tecnológica (30%)			30	1,00	30,00	30,00	30,00	30,00
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>				51,86	35,00	





l) Aspecto Jurídico – Legal

Criterios de comparación	Sub-criterios		Puntaje Máximo	Puntaje unitario	Cantidad		Puntaje		Unidad
					Alt.1	Alt.2	Alt.1	Alt. 2	
<b>JURÍDICO – LEGAL</b>	Expropiaciones	viviendas	20	6,67	3,00	0,00	20,00	0,00	<b>cantidad</b>
		terrenos	20	0,00	3670	6850	10,72	20,00	<b>m2</b>
		Instalaciones por remover o reconstruir	5	1,00	5,00	0,00	5,00	0,00	<b>cantidad</b>
		Extracción de forestales	10	0,16	20,00	62,00	3,23	10,00	<b>cantidad</b>
		Cantidad de pobladores a relocalizar	5	0,42	12,00	0,00	5,00	0,00	<b>familias</b>
		Trazado del proyecto (jurisdicciones)	15	4,00	6,00	5,00	24,00	20,00	<b>cantidad</b>
		Cantidad de intersecciones existentes para la obra, incluyendo líneas, ductos y canales.	15	15,00	1,00	1,00	15,00	15,00	<b>Cantidad</b>
		Intersección con cauces aluvionales	10	5,00	1,00	2,00	5,00	10,00	<b>Cantidad</b>
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>				87,94	75,00	

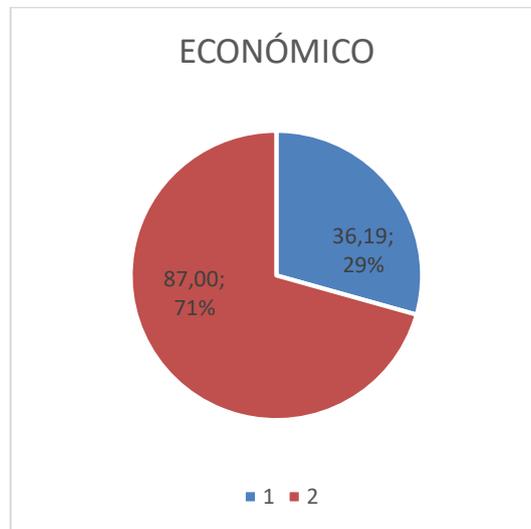




m) Aspecto Económico

62

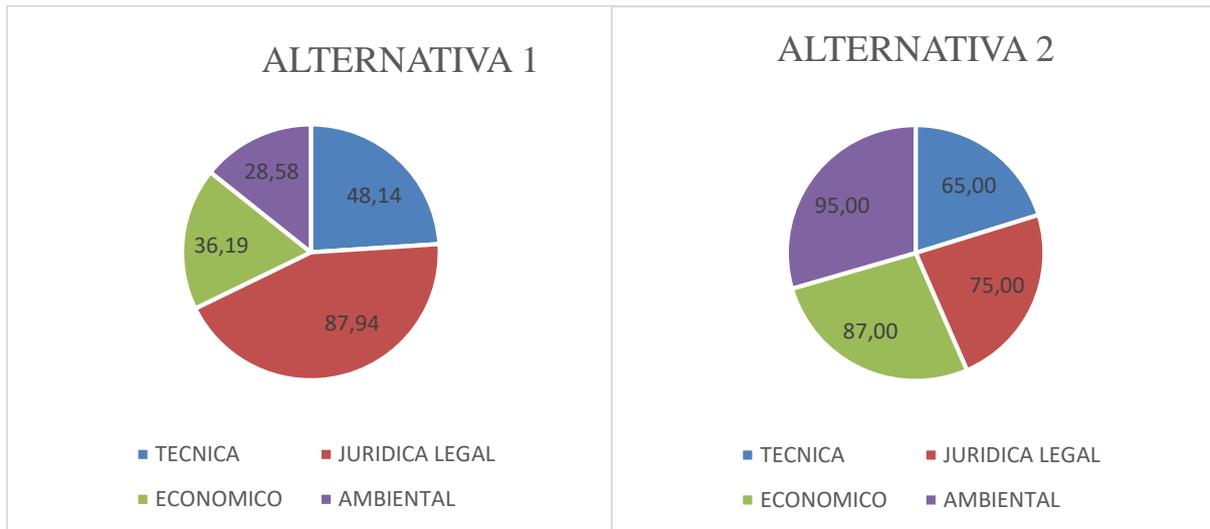
Criterios de comparación	Subcriterios	Puntaje Máximo	Puntaje unitario	Cantidad		Puntaje		Unidad	
				Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2		
<b>ECONÓMICO</b>	Expropiaciones	Viviendas	5	1,67	3,00	0,00	5,00	0,00	<b>cantidad</b>
		Terrenos	5	0,00	3670,00	6850	2,68	5,00	<b>m2</b>
	Pérdida de superficie productiva		5	11,63	0,00	0,43	0,00	5,00	<b>Ha</b>
	Obras de arte a construir		35	11,67	1,00	3,00	11,67	35,00	<b>cantidad</b>
	Movimiento de suelos		20	0,00	12000	24750	9,70	20,00	<b>m3</b>
	Gastos de operación y mantenimiento		10	1,43	5,00	7,00	7,14	10,00	<b>subjectivo</b>
	Intersección con cauces aluvionales		15	5,00	1,00	3,00	5,00	15,00	<b>cantidad</b>
	Ahorro de tiempo de viaje		5	1,00	5,00	3,00	-5,00	-3,00	<b>min.</b>
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>				36,19	87,00		





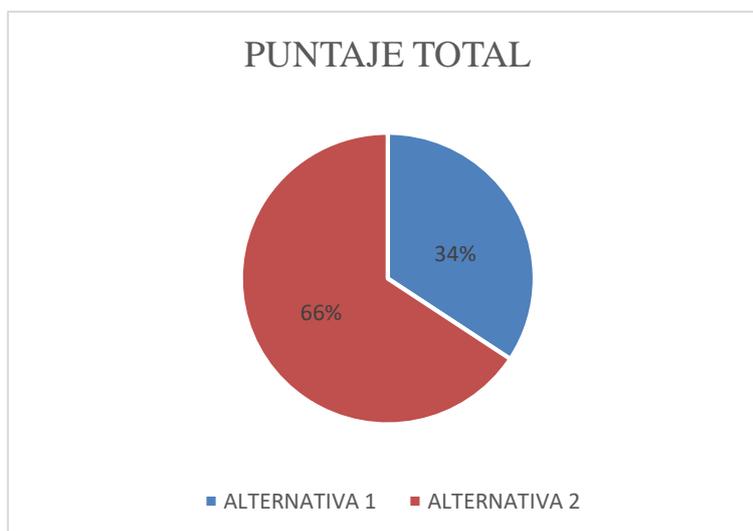
CONCLUSIÓN

- Resumen de matrices de ponderación:



63

SUMATORIA DE MATRICES		
	ALT.1	ALT.2
TECNICA	48,14	65,00
JURIDICA LEGAL	87,94	75,00
ECONOMICO	36,19	87,00
AMBIENTAL	28,58	95,00





Debido a que la elaboración de matrices se realizó en función de aspectos negativos, se deduce que la alternativa que presente la menor calificación será la más conveniente. De allí que se eligió la alternativa N°1: “Aprovechamiento de la traza actual” entendiéndose que es la solución óptima por la que nos inclinamos en el proyecto y la cual se desarrollará a continuación.

## DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA:

La alternativa adoptada consiste en realizar distintas obras para mejorar la situación actual de la avenida, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Ampliación de la calzada;
- Bicisenda de doble circulación;
- Recubrimiento del colector;
- Construcción de pasarela peatonal, en intersección con El Pino;
- Modificar la zona de egreso e ingreso de la escuela primaria Corvalán Sotomayor, situada en intersección de calle El Pino y Av. Alberdi.

### n) Dimensión tecnológica

A continuación, se desarrollarán las actividades que intervienen para la ejecución de las obras de mejora y una breve descripción desde el punto de vista técnico de cada una de ellas.

Todas las acciones se realizarán cumpliendo los requisitos establecidos en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de Vialidad de la provincia de Mendoza.

### *Topografía*

La topografía del terreno es un factor determinante en la elección de los valores de los diferentes parámetros que intervienen en su diseño. Al establecer las características geométricas de un camino se lo hace en función de las características topográficas del terreno: llano, ondulado y montañoso:

- Topografía llana: en el trazado del camino no gobiernan las pendientes
- Topografía ondulada: la pendiente del terreno se identifica, sin excederse, con las pendientes longitudinales que se pueden dar al trazado
- Topografía montañosa: las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpada cuando dicha pendiente es mayor al referido valor.

El factor topográfico incide en los costos de construcción de un proyecto vial en relación con:

- Alineaciones en curva
- Geometría de la sección transversal
- Movimiento de suelos

Las características Topográficas, Geológicas, Hidrológicas, el drenaje y el uso de la tierra tienen el efecto determinante en la localización y en la elección del tipo de carretera y juntamente con los datos de tránsito, constituyen la información básica para el proyecto de estas obras. El proyectista debe contar con cartas topográficas y geológicas sobre las cuales se puedan ubicar esquemáticamente las diferentes rutas que pueden satisfacer el objetivo de comunicación deseada.

### *1. Tránsito*

#### *Flujo de tránsito*



Es el número de vehículos que pasan por un punto o una sección de un camino.

Es el elemento básico que permite evaluar el movimiento del tránsito. Se trabaja con valores horarios del mismo o con el promedio diario anual del tránsito de un camino. Estos valores, Tránsito Medio Diario Anual (TMDA) y Volumen Horario (VH), son utilizados rutinariamente en el diseño de caminos, en la planificación vial y en todas aquellas tareas vinculadas con la operación del tránsito.

## 2. *Secciones transversales*

La sección transversal típica por adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña.

### *Sección transversal típica*

El ancho de la sección transversal típica está constituido por el ancho de:

- Calzada
- Banquinas
- Taludes
- Cunetas

- Calzada

Es la zona de circulación de los vehículos, y de ella depende el estado del camino. La calzada se encuentra dividida en trochas.

La relación entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico tiene importancia en lo referente a la indeformabilidad de la superficie y a la facilidad de escurrimiento de las aguas que ésta ofrezca, así como a la influencia ejercida en la operación de los vehículos.

Los pavimentos de grado estructural alto, siendo indeformables, no se deterioran fácilmente en sus bordes y su superficie lisa ofrece poca resistencia de fricción para el escurrimiento de las aguas, permitiendo gradientes transversales mínimas. Al contrario, los pavimentos de grado estructural bajo con superficies de granulometría abierta, deben tener gradientes transversales más pronunciadas, para facilitar el escurrimiento de las aguas y evitar el ablandamiento de la superficie.

El tipo de superficie de rodadura que se adopte depende en gran parte de la velocidad de diseño escogida, de la cual dependen varias características del diseño general, teniendo en cuenta que las superficies lisas, planas e indeformables favorecen altas velocidades de operación por parte de los conductores.

El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico (dimensiones del vehículo de diseño) y de las características del terreno. Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño, se impone la provisión del máximo ancho de pavimento económicamente factible. Para un volumen de tráfico bajo o para una velocidad de diseño baja, el ancho del pavimento debe ser el mínimo permisible. En el caso de volúmenes de tráfico intermedios o velocidades de diseño moderadas, para los cuales se contemplan pavimentos de tipo superficial bituminosos o superficiales de rodadura de grava, el ancho debe ser suficiente como para evitar el deterioro de dicha superficie por efecto de la repetición de las cargas de los vehículos sobre las mismas huellas.

En general, el ancho máximo de los vehículos fijados por las leyes de tránsito de casi todos los países es de 2.50m. Para determinar el ancho de la trocha debe dársele un



sobreancho de seguridad al ancho de los vehículos. El ancho depende de los volúmenes de tránsito.

La sección transversal del camino se compone de dos segmentos con pendientes unidos en el centro. Las pendientes cumplen la función de drenar el agua sobre la calzada, evitando la acumulación de ésta sobre la superficie de rodamiento, e impidiendo así el fenómeno de Hidroplano. Dependiendo del grado de rugosidad del pavimento, en el cuadro siguiente se muestran los valores recomendados:

Tipo de Pavimento	Pendientes Transversales en %	
	Zona Húmeda	Zona Seca
Hormigón	2,00	1,50
<b>Concreto Asfáltico</b>	2,00	<b>2,00</b>
Carpetas Bituminosas	2,50	2,00
Tratamientos Bituminosos Tipos Doble y Triple	2,75	2,50
Tratamiento Bituminoso Tipo Simple	3,00	3,00

Pendientes mayores que las indicadas, no son aconsejables, ya que acentúan la tendencia del vehículo a desplazarse hacia el exterior de la calzada y además presentan una apariencia estética desagradable.

- Carril/trocha

Es la superficie de la calzada sobre la que circula una única fila de vehículos en un sentido.

- Banquina

Es la zona adyacente a la calzada, que tiene por objeto proporcionar una superficie complementaria a la misma, para ser utilizada en caso de emergencia. O sea, donde los vehículos pueden detenerse sin alterar el régimen de circulación.

Las principales funciones son las siguientes:

1. Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
2. Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.
3. Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
4. Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
5. Soporte lateral del pavimento.
6. Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y guardacaminos, sin provocar interferencia alguna.

Como funciones complementarias pueden señalarse las siguientes:

1. La descarga del agua se escurre por la superficie de rodadura está alejada del borde del pavimento, reduciendo al mínimo la infiltración y evitando así el deterioro y la rotura del mismo.
2. Mejoramiento de la apariencia estética de la carretera.
3. Provisión de espacio para trabajos de mantenimiento.

En general, el ancho que permite la detención de un vehículo es de 1,50 m, siendo éste el ancho adoptado cuando las características topográficas y geológicas lo permiten, aunque el ancho ideal es de 3.00m.

Respecto a la pendiente transversal de las banquetas, al igual que la calzada, depende del tipo de rugosidad de la misma. Como generalmente las banquetas se realizan con el suelo



del lugar o enripiado, se las proyecta con pendientes del 4%. Si las banquetas se proyectan con un tratamiento bituminoso, puede disminuirse al 3 %.

En general, debe mantenerse al ancho de la banquina a todo lo largo del camino. Por lo tanto, el ancho de las alcantarillas debe ser igual al ancho de la calzada más el ancho de las banquetas. Este criterio en el caso de puentes (luzes mayores de 10 m) sería antieconómico y, por lo tanto, se proyectan con anchos de calzada de no más de 8.00 m a 8,50 m, sin banquetas, pero con una correcta señalización y encauzamientos laterales del tránsito como defensas de protección (hormigón, madera, metálicas).

#### ▪ Taludes y contrataludes

Los taludes en desmonte y en terraplén son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible.

En terrenos ondulados y montañosos, en donde las condiciones de los suelos constituyen un factor determinante y el movimiento de tierras es el rubro mayor en la construcción, se recomienda dar especial consideración a los taludes en desmonte en las curvas horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de visibilidad a un costo razonable.

- En la fijación de las pendientes de los taludes, deberán tenerse en cuenta los siguientes criterios:
  - **Seguridad técnica:** el talud que permite que un vehículo en emergencia no vuelque es 1:4.

- **Seguridad psicológica:** para que el conductor pueda observar el talud en terraplén y por lo tanto no parecerá un precipicio aparente, debe ser de 1:6
- **Estabilidad del talud:** depende de las características de los suelos que forman el terraplén. En caso de suelos consistentes (arcillas) los terraplenes no deben superar 1:1,5 a 1:2, por el contrario, en pedraplenes se admite 1:1. Estas pendientes elevadas son aconsejadas sólo en caminos de categoría inferior. Las pendientes de taludes suaves son más estables que las pendientes pronunciadas. La erosión y los deslizamientos producidos por las aguas pluviales prevalecen en estos últimos. Las pendientes suaves favorecen el sembrado y crecimiento del césped y consecuentemente su estabilización y mantenimiento. Además, debe tenerse en cuenta que en caso de que el mantenimiento de taludes sea con equipos mecánicos es conveniente no sobrepasar pendientes de 1:3.
- **Economía:** para terraplenes de poca altura, no tiene mayor incidencia en el costo de la obra, un talud tendido. En cambio, para terraplenes altos, debe evaluarse el mayor costo de los movimientos de suelos, con el menor costo de mantenimiento. Desde el punto de vista económico y de la seguridad, es conveniente colocar, en caminos importantes, barandas de seguridad en terraplenes de más de 3,00 m de altura para reducir los movimientos de suelos adoptando taludes más empinados. El movimiento de suelos es uno de los ítems principales en la determinación de los costos de la obra, por lo que en el caso de taludes se deben evaluar dos alternativas que pueden tener gran incidencia en los costos. Es decir, se debe evaluar entre ejecutar un talud suave o generar un talud empinado con 0.50 m adicionales a la banquina para la colocación de la baranda o guarda rail correspondiente.
- **Facilidad de mantenimiento**



- **Estética**

- Respecto de los contrataludes, en general, los suelos en su posición natural pueden admitir taludes con pendientes algo mayores que en el caso de terraplenes. Depende también del suelo en que se ejecute el contratalud, pero en general se acepta una vez y media la pendiente del talud en sí. Otro factor importante es la vegetación, ya que permite proteger al talud o contratalud de erosión y desgastes. En general, se deben evitar los médanos vivos, o sea que carezcan de vegetación.

En la práctica, se consideran, para determinar la pendiente de los taludes y contrataludes, los siguientes valores prácticos:

- Taludes (suelos limosos, A1-A4):
  - Si  $H < 0.5$  m: talud 1:3 o 1:4
  - Si  $0.5 \text{ m} < H < 1.5$  m: talud 1:2
  - Si  $H > 1.5$  m: talud 1:1.5
- Excavaciones (contrataludes):
  - Suelos: talud 1:1
  - Rocas: talud 3:1 a 5:1

Si  $H > 10$  m: conviene hacer bermas

- Cunetas laterales

Son canales que se construyen, en las zonas de desmonte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural ó

a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.

Todo dependerá de las condiciones climáticas, del escurrimiento del emplazamiento del camino, del estudio hidrológico, etc. De todas maneras, **es conveniente que en caminos de cierta importancia, posean anchos mayores de 2,50 m.** Esto es para que el mantenimiento sea ejecutado con máquinas. Debe tenerse en cuenta que la sección de las cunetas no provoque accidentes o agrave los que se pudieran producir por descarrilamientos vehiculares.

Desde el punto de vista de la seguridad, habrá que tener en cuenta que el diseño de las cunetas deber ser tal que no aumente la posibilidad de un accidente, en el caso que un vehículo se salga de la calzada y atraviese una cuneta. Por ello resultan recomendables cunetas en forma de “U”, secciones parabólicas o trapeciales con bordes redondeados y suaves pendientes de los mismos.

#### *Drenaje vial*

El sistema de drenaje vial es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera; tiene cuatro funciones principales:

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;
- Controlar el nivel freático;
- Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera; y,
- Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las primeras tres funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y subdrenes, mientras que la última función es realizada por drenajes transversales como las alcantarillas y puentes.

#### *Drenaje longitudinal*

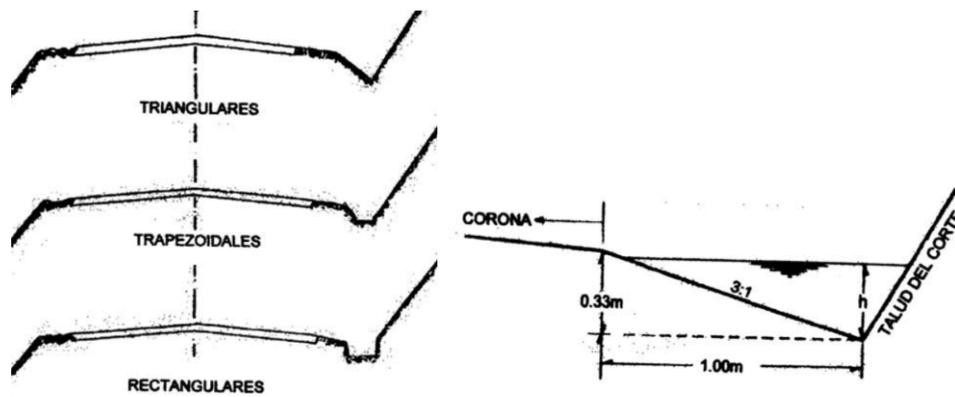
El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesario establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo.

### *Cunetas*

La cuneta se localizará entre la banquina de la carretera y el pie del talud del corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0.50% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento.

Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales.

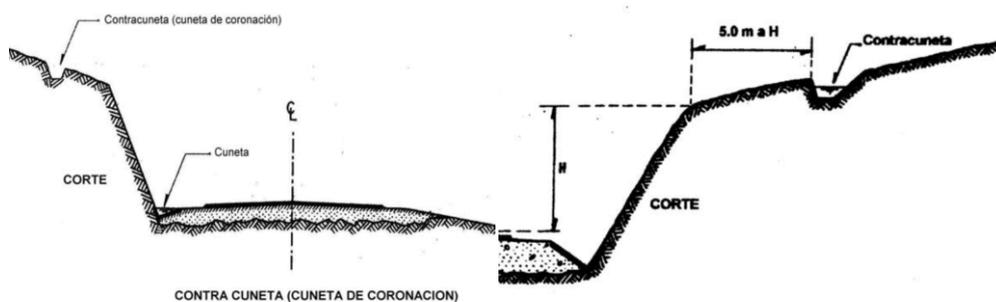
- La sección rectangular ha sido generalmente abandonada por razones de ingeniería de tránsito, debido a la sensación de peligro que siente quien transita cerca de ella.
- Por esta misma razón, la sección trapezoidal también se utiliza cada vez menos, salvo que tenga el talud cercano a la carretera muy tendido.
- El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento; aunque dependiendo del área hidráulica requerida, también, se pueden utilizar secciones rectangulares ó trapezoidales. En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo; considerando, para el caso, una lámina de agua no mayor a 30 cm.



El área hidráulica de una cuneta se determinará con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad.

### *Contra cunetas*

Son canales excavados en el terreno natural, que se localizan aguas arriba cerca de la corona de los taludes de los desmontes, con la finalidad de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, para evitar la erosión del talud y el incremento del caudal y su material de arrastre en la cuneta.



### *Obras complementarias de drenaje*

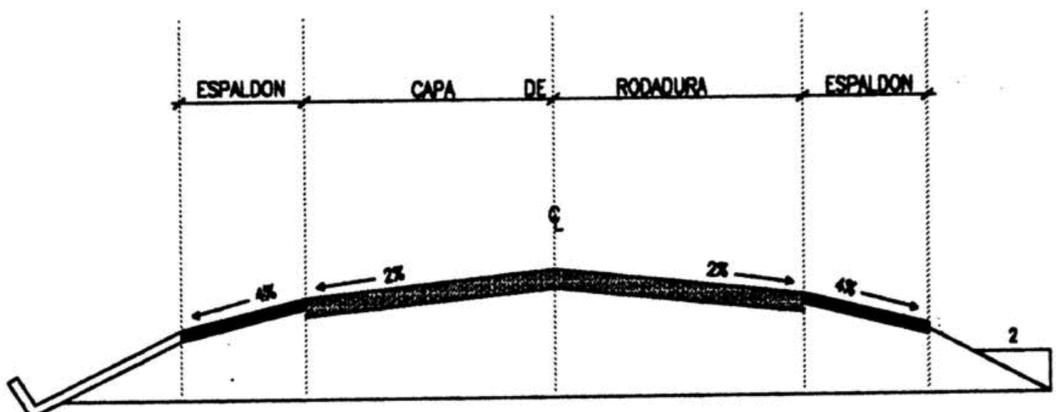
Además de las obras de drenaje específicas: puentes, alcantarillas, cunetas y contra cunetas (cunetas de coronación), en una carretera es necesario disponer de otras obras menos

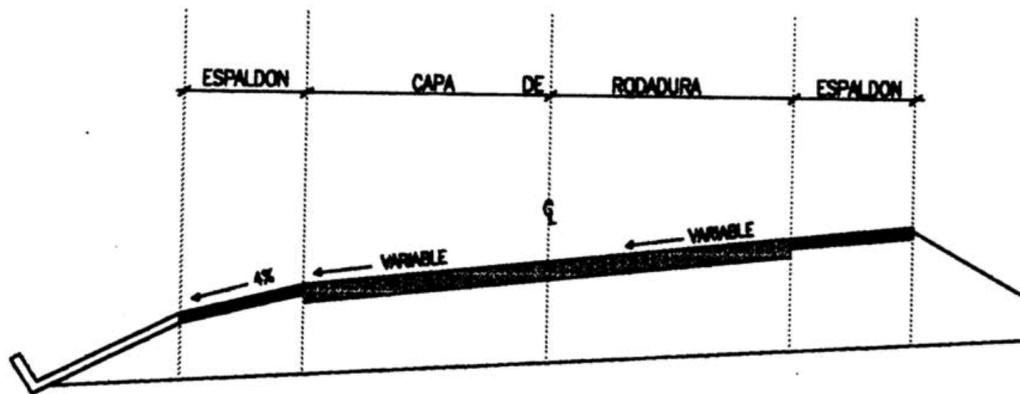
conocidas que contribuyen a encauzar y eliminar las aguas superficiales que de otro modo podrían causar daños.

Como tales obras complementarias de drenaje se entenderán a las siguientes: el bombeo, las rampas de descarga, las bermas, el sembrado de especies vegetales, y los canales interceptores. Estas obras complementarias de drenaje no son de uso universal o rutinario; son obras que deben hacerse solamente en el lugar en que se requieran, pues de otra manera se derrocharían y se producirían, inclusive, resultados contra producentes.

#### *Bombeo (pendiente transversal)*

Se denomina bombeo a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre esta, escurra hacia las banquetas. En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en las banquetas sea del 4%; en las secciones en curva, el bombeo se superpone con la sobrelevación necesaria, de manera que la pendiente transversal se desarrollará sin discontinuidades, desde la banquina más elevada a la más baja.





### *Vegetación*

Una de las más efectivas protecciones de los taludes de un corte o un terraplén o del terreno natural contra la acción erosiva del agua superficial es la siembra de especies vegetales; estas retardan el escurrimiento, disminuyendo la energía del agua y contribuyendo a fomentar una conducción de equilibrio en los suelos en cuanto a contenido de agua.

### Los canales interceptores

Se refieren a los canales que se construyen con fines de encauzamiento de las aguas superficiales que escurrirían hacia la corona de una vía terrestre, causando en ella erosiones o depósitos inconvenientes. Su construcción es frecuente, sobre todo en los casos de escurrimientos por laderas naturales con pendientes hacia la vía o en conexión con la de alcantarillas, ya sea para conducir las aguas hacia su entrada, ó para controlar la descarga de la salida.

- Alcantarillas

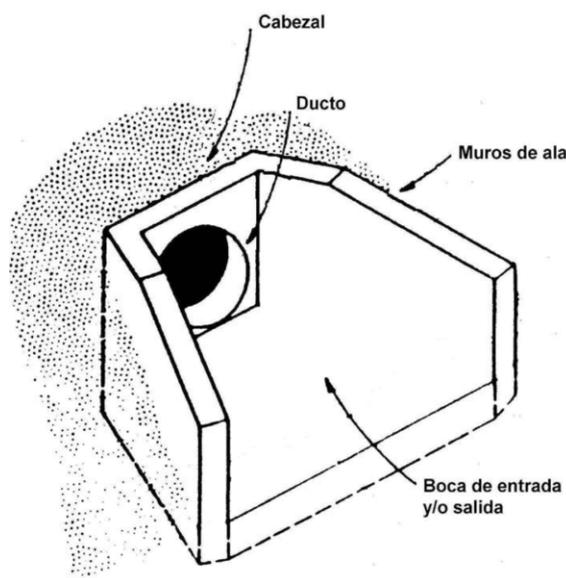
Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos ó esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera.



De acuerdo con las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas ó para coleccionar aguas provenientes de cunetas.

Los elementos constitutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar las condiciones del escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura.

78



De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser: circulares, rectangulares, de arco, bóvedas ó de ductos múltiples.

Los materiales que se utilizarán en la construcción de las alcantarillas serán de hormigón armado, lámina de acero corrugado plástico, arcilla vítrea, lámina de aluminio corrugado y lámina de acero inoxidable; aunque las alcantarillas metálicas son de fácil instalación, en zonas de alto potencial corrosivo, se debe preferir el uso de alcantarillas de hormigón.

El diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizará tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos: el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras.

- El análisis hidrológico permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos del escurrimiento, según el caso, para períodos de retorno especificados de acuerdo con la finalidad e importancia del sistema.
- El Diseño hidráulico permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar los caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas.

#### *Velocidad directriz*

Es aquella velocidad por la cual un conductor de habilidad media, con razonable atención, puede recorrer el camino con entera seguridad. Todos los elementos de diseño del camino que se deben determinar dependen de este valor.

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes del tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical.

Seleccionar convenientemente la velocidad de diseño es lo fundamental. Teniendo presente que es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera. Los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos. Cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto. La diferencia entre las velocidades de dos tramos

contiguos no será mayor a 20 Km/h. Debe procederse a efectuar en el lugar una adecuada señalización progresiva, con indicación de velocidad creciente o decreciente.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo de carreteras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros. Una vez seleccionada la velocidad, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. Siempre que sea posible se aconseja usar valores de diseños mayores a los mínimos establecidos.

Un camino en terreno plano u ondulado justifica una velocidad de diseño mayor que la correspondiente a la de un camino en terreno montañoso. Un camino que cruza una región poco habitada justifica una velocidad de proyecto mayor que otro situado en una región poblada. Un camino que va a tener un gran volumen de tránsito justifica una velocidad de diseño mayor que otra de menos volumen, en una zona de topografía semejante, principalmente cuando la economía en la operación de los vehículos es grande, comparada con el aumento de costo.

En conclusión, se pueden señalar tres aspectos básicos y decisivos en la elección de la velocidad de diseño, que son los siguientes:

- **Naturaleza del terreno:** Es comprensible que un camino ubicado en una zona llana o poco ondulada ha de tener una velocidad mayor que un similar de una zona muy ondulada o montañoso, o que uno que atraviesa una zona rural respecto del que pasa por una zona urbana.
- **La modalidad de los Conductores:** Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia que reviste un camino en el proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito y a sus propias necesidades o urgencias. Circula a una velocidad baja cuando existen motivos evidentes de tal necesidad. Como consecuencia de lo anterior existe una tendencia a viajar a una

velocidad elegida instintivamente, la que puede ser alta para el camino. Este punto debe de estudiarse en detalle, dado que al proyectar ha de preferirse un valor que corresponda al deseo de la mayoría de los usuarios.

- **El factor económico:** Las consideraciones económicas deben dirigirse hacia el estudio del costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como el alto costo de las obras destinadas a servir un tránsito de alta velocidad.

- Alineamiento planimétrico

Se debe tener en cuenta que el trazado más conveniente es aquel que produce los mayores beneficios a la colectividad. Dos puntos fundamentales para la elección de la traza son:

- Trazado técnico.
- Trazado económico.

#### *Trazado técnico*

Los aspectos principales en el trazado técnico de un camino, son la seguridad y comodidad al ser transitado por los conductores. Existe un listado de normas elementales que la experiencia ha ido dejando para los nuevos diseñadores de carreteras:

- La zona de caminos no deberá atravesar zonas densamente pobladas al efecto de evitar interferencias del tránsito de ruta con el tránsito urbano.
- Las alineaciones entre puntos fijos y de convergencia serán lo más cortas posibles. Líneas rectas o de longitud virtual mínima.
- No deben proyectarse alineaciones rectas cuya longitud supere los 10 km, ya que estas rectas cansan psicológicamente la atención del conductor.
- Debe apartarse de vías férreas con el objeto de asegurar al camino un doble frente de fluencia y mayor facilidad de accesos laterales.



- Los cursos de agua deben ser cruzados lo más normalmente posible y en puntos que ofrezcan las mayores garantías contra socavaciones futuras.
- En todos los puntos del camino debe existir una distancia de visibilidad mínima que permita al conductor detenerse en presencia de un obstáculo, llamada de alcance o frenado.
- Deben proyectarse zonas de sobrepaso distanciadas entre sí, una distancia tal que a la velocidad directriz no se hallen a más de dos minutos una de otra.
- Los cruces a nivel con líneas férreas, deben ser proyectados en forma tal que entre el eje de la carretera y el de la vía férrea no exista un ángulo menor a  $60^\circ$ . En lo posible próximo a  $90^\circ$ , asegurando visibilidad perfecta en ambas direcciones.
- La zona de caminos debe, en lo posible, proveerse en un ancho de 60 a 150m.
- En caminos de turismo se debe tener en cuenta como factor básico el paisaje más interesante, dejando de lado los criterios económicos y de mínimo recorrido.

#### *Trazado económico*

El concepto de trazado económico se distingue por buscar aquel que produzca los mayores beneficios al conjunto de la sociedad, no sólo desde el punto de vista de costos de construcción y explotación, sino desde la perspectiva del progreso e intercambio que la construcción de un camino puede representar. Los censos de tránsito han determinado que la mayoría de los conductores (90%), realiza viajes inferiores a 50 km. Es por ello que se han recogido algunas normas sobre el trazado económico:

- La elección de la traza de un camino debe ser de naturaleza tal que produzca los mayores beneficios generales, dados como la suma de los beneficios particulares y locales.
- La traza debe acercarse a las zonas de mayor tránsito y alejarse de las de menor tránsito.

- Las rectas de unión de puntos fijos y punto de convergencia deben aproximarse a la línea recta en llanura y a la menor longitud virtual en terrenos accidentados.
- Dentro de las posibilidades, deben efectuarse levantamientos de tránsito para conocer intensidad, naturaleza y distribución de las zonas de influencia.

- 5. Líneas de bandera

Es la poligonal formada por los vértices de las alineaciones.

Una vez fijadas la velocidad directriz del proyecto y la pendiente máxima, en función del tránsito futuro estimado, características topográficas, etc., se pueden ubicar al menos los vértices de las alineaciones que forman la poligonal elegida. Ésta se denomina “Línea de Banderas”; y si ya está fijada, se procede a elaborar la planimetría general tratando de mostrar la zona de carreteras y su situación frente a las propiedades privadas.

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas.

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad.

Definida y aprobada la línea de banderas, se inicia su relevamiento planimétrico lo más detallado posible, considerando la valoración de las tierras adyacentes, teniendo en cuenta la distancia entre alambrados.

En este punto de avance del proyecto se consideran algunos aspectos muy importantes como:

- Condicionantes de la topografía: cañadones, bajadas de agua, etc.
- El menor desarrollo longitudinal posible entre el origen y destino.
- Pendientes longitudinales y transversales del terreno.



- Las curvas horizontales disminuyen la longitud de la traza y aumenta la pendiente longitudinal de la traza.
- Libre escurrimiento de las aguas.
- Ángulo en que se cruza los cauces: preferentemente normal.

- 6. Rasante

Es la ubicación altimétrica definitiva de la capa de rodamiento de un camino.

El trazado de la rasante de un camino es una de las etapas que más influencia tiene en la eficiencia de la obra. La rasante está formada por una serie de rectas enlazadas por arcos parabólicos verticales.

De acuerdo con las normas establecidas precedentemente, se determinan una serie de puntos fijos de la rasante, que, unidos con los puntos singulares del terreno, forman el perfil longitudinal del camino. La unión de estos puntos genera rectas de diferentes pendientes. Se deben considerar las pendientes máximas impuestas por las normas, al sólo efecto de mejorar el rendimiento y no restringir las condiciones normales de operación de los vehículos.

*Criterios básicos para proyectar la rasante:*

- Napa freática: la altura de la rasante sobre la napa freática, será de por lo menos 1,5m, a efectos de controlar el contenido de humedad de la estructura portante del camino, dependiendo de la naturaleza del suelo de la subrasante.
- Aguas superficiales: en las zonas inundables es conveniente que la rasante tenga una cota mínima de un metro sobre el máximo nivel de creciente.
- Sobre cursos permanentes de agua deberá preverse una revancha libre sobre su cota máxima de 1 metro; y sobre alcantarillas será de 0.4m.
- Cruces con otros caminos o vías férreas a nivel: deberán respetarse las cotas existentes; si la pendiente del camino es fuerte deberá reducirse en las proximidades del cruce.

- Cruces con otros caminos a distinto nivel: según se cruce el otro camino por encima o por debajo, deberá preverse una altura libre de 5.10m, como así mismo, tener en cuenta además, el espesor de la estructura del puente a construir.
- Cruce con vías férreas a distinto nivel: si el camino cruza por encima de la vía, se le suma la altura mínima que ocupará la estructura de servicio durante la construcción, ya que debe mantenerse el servicio de vía férrea. A esta altura se le adicionará, además, la altura de estructura correspondiente.
- Si el camino cruza por debajo de la vía férrea, la cota de la calzada se obtendrá deduciendo de la cota de la vía una altura “H” compuesta por la altura libre fijada en 5.10m, más la altura del puente ferroviario, balasto y riel.
- Evitar proyectar rasantes onduladas que oculten partes del camino.

- 7. Pendientes

En general, las pendientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

La influencia de la pendiente en la economía de un camino se ve reflejada en varios factores. Por ejemplo, si la pendiente es aumentada, se produce un cambio en el costo de transporte, porque:

- Disminuye la velocidad, incrementando por consiguiente el costo del transporte: La velocidad de régimen de los vehículos disminuye al aumentar la pendiente. Esta disminución se hace más notoria a medida que el peso del vehículo es incrementado. Existen curvas expuestas en distintas bibliografías que relacionan la velocidad de la pendiente y la longitud de la misma tomando como base un vehículo de 18 toneladas.



- Para tener en cuenta esta disminución de capacidad, se adopta lo que se denomina equivalente de camiones. Esto es, según la velocidad de régimen de los camiones, el número de automóviles a los cuales equivale el camión desde el punto de vista de la capacidad de la vía. Este factor depende de la velocidad de régimen de los camiones y de los automóviles.
- Se produce un aumento en el consumo de combustible: El aumento de pendiente produce un aumento del consumo de combustible. Según experiencias realizadas, se puede concluir que, cuando la pendiente ascendente es de 10%, el consumo se incrementa en más del 100%.
- El desgaste de los neumáticos se incrementa considerablemente: El mayor desgaste de los neumáticos ha sido verificado experimentalmente.

- Pendiente máxima

Es la pendiente máxima que permitir en una carretera en función de la velocidad del proyecto y del volumen y composición del tránsito.

Las pendientes máximas en un camino, dependen básicamente de la velocidad de proyecto, y del volumen y composición del tránsito. El costo de construcción es otro de los factores a tener en cuenta, pero no ha de ser el único al elegir la pendiente de un trazado. Sino por el contrario debe tenerse muy presente los gastos de explotación.

Por esto, se concluye que se debe establecer un equilibrio económico entre costos de construcción y gastos de explotación. Para ello, las normas nacionales e internacionales establecen pendientes máximas de acuerdo con la velocidad directriz del proyecto. En función de gráficos y tablas se determina tanto la velocidad directriz máxima y como la velocidad de régimen en pendientes.

Los cambios de pendientes de la rasante de un camino deben enlazarse por intermedio de curvas verticales.

### ▪ 8. Distancia de detención o frenado

Es la distancia que recorre, sobre una calzada en condiciones favorables, un conductor de habilidad media, manejando a la velocidad directriz, un vehículo en condiciones mecánicas aceptables, desde el instante en que observa un obstáculo imprevisto en el camino, hasta el momento en que, por aplicación de los frenos, se detiene.

### ▪ Distancia de detención o frenado en tramos rectos

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad.

La distancia de visibilidad se discute en dos aspectos:

1. La distancia requerida para la detención de un vehículo sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.
2. La distancia necesaria para el adelantamiento de un vehículo.

Cuando el vehículo circula en curva, sea esta horizontal o vertical, el factor visibilidad actúa en forma determinante en su normal circulación, por lo que la distancia de visibilidad de frenado es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Por lo tanto, es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

La mínima distancia de visibilidad ( $d$ ) para la detención de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia ( $d_1$ ) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor visualiza un objeto en el camino hasta la distancia ( $d_2$ ) de frenado del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos.



Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción, y al recorrido del vehículo durante el frenado, respectivamente, o sea:

$$D_1 = d_1 + d_2$$

Para la determinación de la distancia de visibilidad de detención, el tiempo de percepción más el de reacción debe ser mayor que el promedio para todos los conductores bajo condiciones normales.

El tiempo de percepción es muy variable de acuerdo al conductor y equivale a 1,5 segundos para condiciones normales de carretera, de acuerdo a varias pruebas realizadas por la AASHTO. Por razones de seguridad, se debe adoptar un tiempo de reacción suficiente para la mayoría de los conductores y equivalente a un segundo. De aquí que el tiempo total de percepción más reacción hallado como adecuado, se lo considera igual a 2,5 segundos para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad (para el 90% de los conductores según la AASHTO).

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula por la siguiente fórmula:

$$d_1 = V t = \frac{V [km/h]}{3.6} \frac{m}{s} 2.5 s = 0.6944 V [km/h] m$$

$$d_1 = 0.7 V [km/h] m$$

En donde:

- $d_1$  = distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción [m]
- $V$  = velocidad de circulación del vehículo [km/h]

- $t$  = tiempo de percepción más reacción [2.5 s]

La distancia de frenado se calcula utilizando la fórmula de la “carga dinámica” y tomando en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre las llantas y la calzada, es decir que:

$$d_2 P f = \frac{P V^2}{2g}$$

En donde:

- $d_2$  = distancia de frenado sobre la calzada a nivel [m]
- $f$  = coeficiente de fricción longitudinal
- $V$  = velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos
- $P$  = peso del vehículo
- $g$  = aceleración de la gravedad [9.8 m/s<sup>2</sup>]

$$d_2 P f = \frac{P V^2}{2g}$$

$$d_2 = \frac{P V^2}{2g P f} = \frac{\left(\frac{V [km/h]}{3.6} m/s\right)^2}{19.6 \frac{m}{s^2} f} m$$

$$d_2 = \frac{(V [km/h])^2}{254 f} m$$

Las pruebas realizadas por la AASHTO indican que el coeficiente de fricción longitudinal ( $f$ ) no es el mismo para las diferentes velocidades, pues decrece conforme aumenta la velocidad, dependiendo también de varios otros elementos, tales como la presión del aire de las llantas, tipo de llantas, presencia de humedad y tipo de pavimento, siendo de mayor significación, especialmente para altas velocidades, el sistema de frenos del vehículo.

La variación del coeficiente de fricción longitudinal ( $f$ ) para pavimentos mojados está representada por la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1.15}{(V [km/h])^{0.3}}$$

$$d_2 = \frac{(V [km/h])^2}{254 f} m = \frac{(V [km/h])^2 m (V [km/h])^{0.3}}{254 \cdot 1.15} = \frac{(V [km/h])^{0.6}}{292.1} m$$

Las pendientes influyen en la distancia de visibilidad para la detención de un vehículo. En este caso, la mencionada distancia está expresada por la siguiente fórmula:

$$d_2 = \frac{(V [km/h])^2}{254 (f \pm i)} m$$

En donde

- $i$  = pendiente. Se considera (+ $i$ ) para subida, (- $i$ ) para bajada.

Por lo tanto, la distancia de detención o frenado es:

$$D_1 = d_1 + d_2 = 0.7 V [km/h] + \frac{(V [km/h])^2}{254 (f \pm i)} m$$

#### ▪ 9. Movimiento de suelos

En la construcción de obras viales, el movimiento de suelos constituye uno de los ítems más importantes, y es donde la decisión de los proyectistas toma mayor gravedad. Es por ello que se realizará un análisis detallado del movimiento de tierra.

Dentro del cálculo, intervienen parámetros de importancia, como son: la determinación de la sección transversal del camino y su paquete estructural, lo que llevará al cálculo de las áreas de secciones transversales de suelo a mover. De esa forma determinamos el volumen de movimiento de suelos, para luego concluir con el diagrama de áreas y la compensación longitudinal.

El procedimiento para determinar el movimiento de suelos, consta de una serie de pasos:

1. Levantamiento topográfico
2. Relevamientos geotécnicos
3. Cálculo de las secciones transversales:
  - Método analítico
  - Método del planímetro
  - Método gráfico (Con Software)
4. Cálculo de los volúmenes de movimientos de suelos
5. Diagrama de áreas
6. Diagrama de Bruckner

- Perfiles transversales

Son la intersección del terreno con un plano vertical normal al eje longitudinal del terreno, o sea los perfiles transversales son perpendiculares al perfil longitudinal.

Por lo general estos perfiles transversales se toman frente a cada una de las estacas que indican el trazado y se levantan a escala mayor que los longitudinales, ya que el objetivo principal de estos perfiles es obtener frente a cada estaca la forma más exacta posible de la sección transversal de la obra y especial importancia en el estudio de caminos y canales. Los perfiles se señalan primero con jalones y después con miras o cinta métrica, y con un nivel se hace su levantamiento.

En el menor de los casos se deberá trazar un perfil cada 50 m. La definición de la cantidad de perfiles y exactitudes de medición de áreas depende fundamentalmente del estado en que se encuentre el proyecto. Es decir, cuando se está estudiando la alternativa viable desde el punto de vista económico de un camino, es suficiente con generar un estudio de

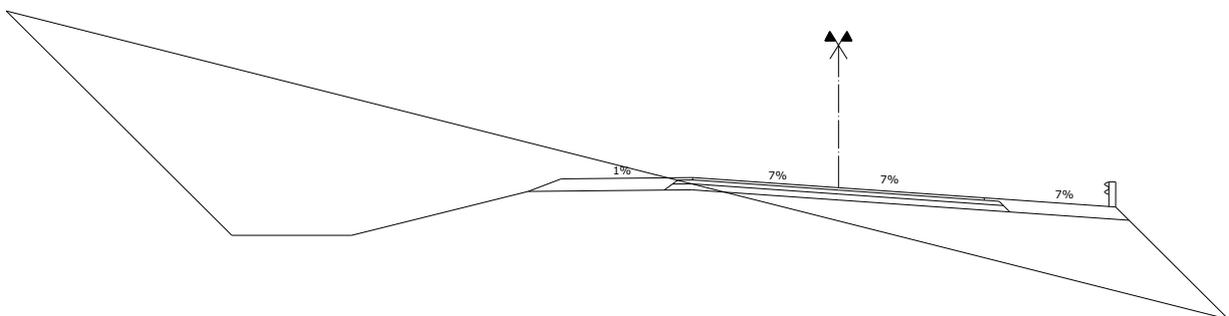


movimiento de suelos a nivel global, perfiles cada 50 m o más, con medición de áreas aproximadas. Por el contrario, si se trata de determinar el volumen de un tramo de obra para su certificación, el nivel de aproximación será máximo, con perfiles transversales en todos los cambios de pendientes del terreno natural, etc.

El costo de la obra depende fundamentalmente del movimiento de suelos, para lo cual se debe proyectar en forma adecuada la sección transversal del camino. Algunos de los parámetros intervinientes en la sección transversal, están definidos por las Normas de Diseño de la D.N.V., pero otros deben ser decididos por el proyectista en base a experiencia y criterio. Debe existir el concepto de visión futura, es decir, prever una sección transversal acorde a los avances de transporte; y es ahí donde el Ingeniero debe concentrar su criterio de diseño.

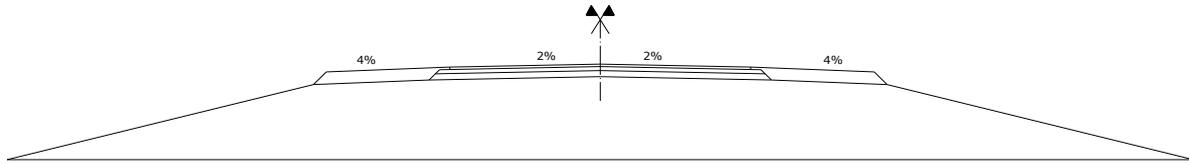
En toda sección transversal de camino intervienen, de adentro hacia fuera: la calzada, banquina, taludes y contra taludes y cunetas laterales. Esto es para el caso de un camino sencillo y no de fundamental importancia, ya que se pueden anexar zonas como canteros centrales, sobreechamientos por disposición de banquetas, etc.

### *Perfil mixto*

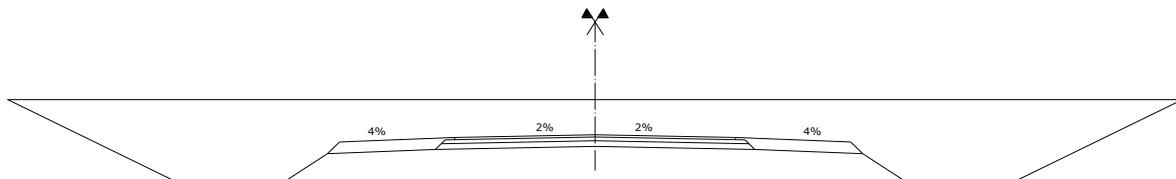




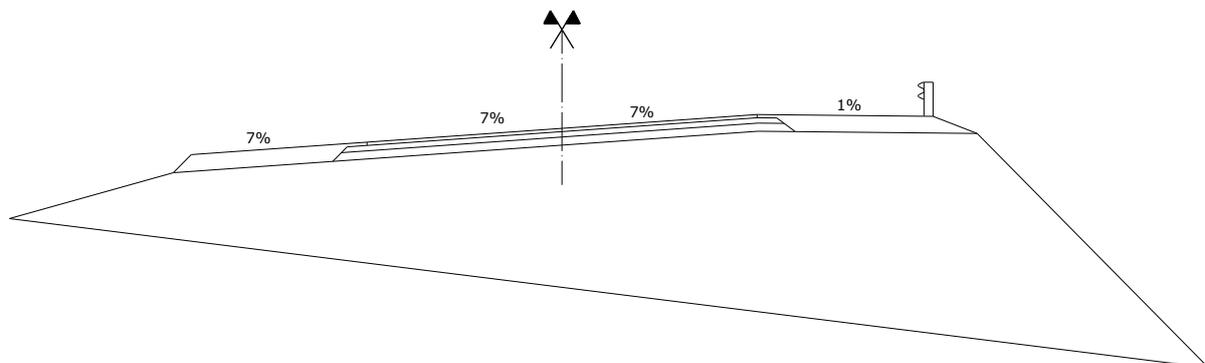
*En terraplén*



*En desmote*

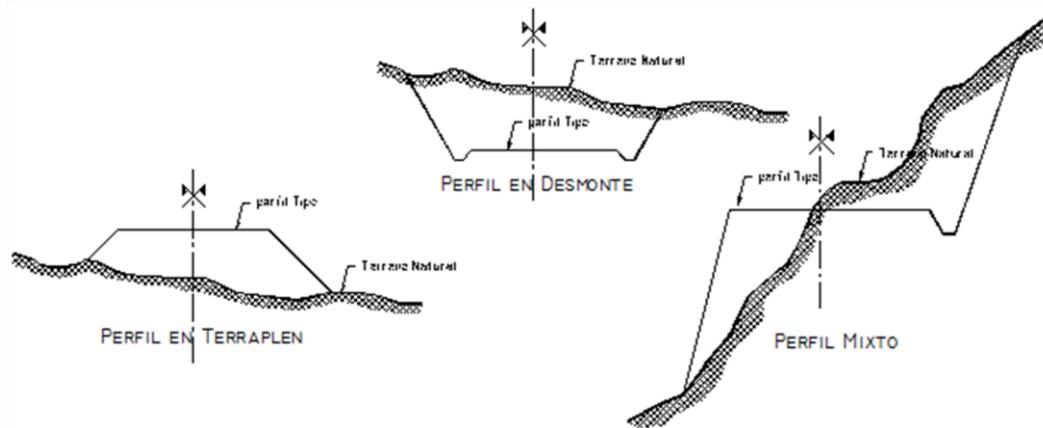


*Con peralte*



#### ▪ CÁLCULO DEL MOVIMIENTO DE SUELOS

Se debe determinar el área encerrada por el perfil tipo de calzada y el terreno natural en cuestión. En la figura se ejemplifican los tres casos posibles: terraplén, desmote y mixto.



La determinación de áreas puede efectuarse por diversos medios y todo depende de la magnitud de la obra y del equipamiento con que se cuente. Para el estudio del proyecto se ejecutan perfiles transversales en todos los cambios de pendientes del terreno natural, obteniéndose un resultado de alta exactitud y la determinación de áreas y volúmenes por medios computacionales.

- Índice de compactación

Es la relación del peso específico del terraplén con respecto al de desmonte

La diferencia entre las áreas de terraplén y desmonte no pueden ser efectuadas directamente, por no ser equivalentes. Es decir, con un metro cúbico de desmonte no es posible construir un metro cúbico de terraplén, ya que, para la ejecución de este último, es necesario un volumen mayor por efecto de los procesos de compactación. La equivalencia necesaria para realizar la compensación transversal de volumen se denomina índice de compactación, es decir:

$$\text{Terraplén equivalente} = (\text{Área de Terraplén}) I_c$$

Ahora sí son compatibles las áreas de terraplén y de desmontes resultantes de la sección transversal. El Índice de compactación debe ser determinado mediante ensayos previos midiendo la densidad del suelo en su posición original (D) y la densidad del terraplén (T) una

vez compactado con el grado de compactación exigida en las respectivas especificaciones (Ensayo Próctor), de forma tal que:

$$I_c = \frac{(P_e)_{\text{terraplen}}}{(P_e)_{\text{desmonte}}}$$

Donde:

- $P_e$  = peso específico

Estos ensayos, tienen un costo importante en la obra, por lo que en construcciones de envergadura se justifican. Cuando se trata de obras camineras de menor importancia o para el caso de evaluación de alternativas, donde los perfiles transversales no reflejan con suficiente exactitud los movimientos de suelos, se recurre al  $I_c$  publicado en tablas en función del tipo de suelo.

Tipo de suelo	$I_c$ (tn/m <sup>3</sup> )
Limos	0,8 a 1
Arenas	1,05 a 1,10
Suelo corriente	1,10 a 1,15
Arcillas	1,15 a 1,20
Arcillas cementadas	1,4 a 1,8

#### *Diagrama de áreas*

Gráfico que representa las áreas de desmonte y terraplén en cada sección del camino.

Efectuadas las comparaciones transversales entre las áreas en desmonte y terraplén, previo a la corrección de ésta última por el índice de compactación, se está en condiciones de efectuar su representación gráfica. Con ella, obtendremos lo que se denomina Diagrama depurado de áreas excedentes, donde en el eje de las abscisas se colocan las progresivas y en



las ordenadas áreas de desmonte hacia arriba y de terraplén hacia la parte inferior. Estas áreas son el resultado de la compensación mencionada en el apartado anterior con su correspondiente equivalencia.

Evidentemente, el área encerrada representa el volumen de suelo a mover o colocar según sea en la parte superior o inferior.

### *Compensación longitudinal*

Como se puede observar en el diagrama de áreas, existen zonas de desmontes y terraplenes resultantes de los perfiles transversales. La compensación longitudinal consiste en utilizar los volúmenes excedentes (desmontes) para la ejecución de los terraplenes en la forma más económica posible.

Es decir, que se deben estudiar las infinitas posibilidades que existen para compensar terraplenes con desmontes. Pero debe tenerse en cuenta el concepto de distancia media de transporte (DMT) asociado directamente al costo del transporte. Evidentemente, su búsqueda llevaría a una serie de largos y laboriosos tanteos, teniendo en cuenta que cada uno de ellos debe hacerse a lo largo de toda la longitud del camino.

Fue Bruckner quien desarrolló un método que permite realizar rápidamente y sin la menor dificultad, los tanteos precisos para fijar cuáles son las compensaciones más convenientes, y sus distancias medias de transporte.

### *Diagrama de Bruckner*

Gráfico que representa Los volúmenes acumulados de desmonte y terraplén hasta una sección del camino. Es la integral del diagrama de áreas.

Como se describió en los párrafos anteriores, al integrar el diagrama de áreas se obtiene el diagrama de volúmenes. Para la integración, se pueden utilizar diversos métodos.

Los más utilizados, son los métodos gráficos, aunque en la actualidad con los sistemas computacionales prácticamente se encuentran marginados.

### Propiedades del diagrama

- La ordenada de un punto cualquiera mide la suma algebraica de volúmenes de tierra hasta dicho punto. Esta propiedad se hace extensiva a cualquier horizontal.
- El diagrama de volúmenes es ascendente para desmonte y descendente para terraplén de suelos.
- En cada punto donde el diagrama de volúmenes corta al eje horizontal corresponde un máximo de la curva de volúmenes.
- La diferencia entre dos ordenadas con respecto a una horizontal cualquiera mide el volumen de desmonte o terraplén disponible entre ellas.
- Cuando la curva de volúmenes corta a cualquier horizontal, entre las progresivas de los puntos de intersección los movimientos de suelos se encuentran totalmente compensados.
- La máxima ordenada en una cámara compensada mide el volumen total a transportar.
- El área de una cámara de compensación, medida en las escalas horizontales y verticales adoptadas, representa el momento de transporte. Por lo que para obtener la distancia media de transporte se debe realizar el cociente entre el área de la cámara de compensación y la máxima ordenada existente en dicho tramo. Esta propiedad permite decidir cuál es el medio de transporte más apropiado para la distancia media de transporte.



## ▪ Pavimentos

### *Introducción*

El pavimento es una estructura formada por una ó más capas, sobre la que actúan cargas en superficie, que debe ser capaz de transmitir durante su vida útil las tensiones en profundidad, de tal forma que no se superen las tensiones y deformaciones específicas admisibles, tanto en el suelo de fundación como en cada una de las capas.

Las principales funciones de los firmes que actualmente se emplean en la construcción de carreteras son las siguientes:

- a) Resistir las solicitaciones del tráfico previsto durante el período de proyecto del firme.
- b) Proporcionar una superficie de rodadura segura y cómoda.
- c) Resguardar la explanada de la intemperie, especialmente de las precipitaciones y del agua en cualquiera de sus formas.

Como conclusión, puede decirse que la función final de un firme no es otra que la de soportar la acción de los vehículos que circulan sobre él, proporcionando en todo instante una superficie de rodadura cómoda, segura y duradera. La calidad del firme es parte importante, aunque no única para que estas funciones se lleven a cabo felizmente; su infraestructura – obras de tierra y drenaje- también debe ser la apropiada.

### *Características funcionales*

Las anteriores funciones exigidas al firme hacen que éste deba cumplir una serie de requisitos para realizar adecuadamente su cometido. Las características funcionales de un

firme se dividen en dos grandes grupos: superficiales y estructurales, que a continuación se analizan con mayor profundidad.

### *Características superficiales*

Hacen referencia a diversas propiedades que debe presentar la superficie del firme – también conocida como capa de rodadura- y que están relacionadas con la seguridad y la comodidad experimentada por el usuario. Las más importantes son:

a) *Resistencia al deslizamiento*: Esta propiedad está íntimamente ligada con la textura superficial del firme y el tipo de árido empleado en su construcción.

b) *Regularidad superficial*: Afecta sobre todo a la comodidad del usuario, y viene determinada por el grado de alabeo tanto longitudinal como transversal del pavimento.

c) *Drenaje superficial*: Un correcto drenaje superficial evita salpicaduras, pérdidas de agarre, fenómenos de aquaplaning. En este sentido influyen tanto la disposición de una pendiente transversal suficiente como un correcto acabado superficial que proporcione una textura adecuada para el drenaje.

d) *Reflexión lumínica*

e) *Ruido de rodadura*

### *Características estructurales*

Se hallan relacionadas directamente con las propiedades resistentes –físicas y mecánicas- de los materiales que constituyen el firme y con el **espesor** de las capas que lo conforman.



Los materiales pétreos que componen cada capa deben ser cuidadosamente seleccionados, de forma que se garantice una calidad suficiente para que el firme sea resistente y durable. En este sentido, es importante que los áridos presenten una adecuada composición granulométrica, una forma regular con bordes angulosos y un bajo contenido en finos.

100

El espesor de las capas también define la forma de transmisión y el grado de amortiguamiento de las tensiones transmitidas por los vehículos.

### Dimensionamiento del firme

Para determinar el número, composición y espesor de las capas que constituirán un determinado afirmado existen diversos métodos de análisis tensional que dan una idea de los efectos producidos por las cargas de tráfico. Si se conocen las leyes de fatiga de los materiales, puede estimarse el número de procesos de carga/descarga que es capaz de soportar cada capa y, por tanto, su durabilidad y la del firme en su conjunto.

Estimada la intensidad de tráfico prevista en dicha vía, puede calcularse su vida útil aplicando el resultado anterior. Puede decirse que un firme bien proyectado es aquél en el que todas sus capas trabajan a la máxima tensión admisible y presentan un coeficiente de seguridad a la rotura similar, de forma que teóricamente todas ellas colapsarían a la vez ante una sollicitación excesiva.

Una afirmación que puede extraerse del anterior párrafo es que la calidad de un firme no depende de su espesor, tal y como se creía antiguamente, sino de la homogeneidad tensional, es decir, de unas condiciones de trabajo similares en cada capa del firme.

### Materiales empleados en la construcción de firmes

Las materias primas empleadas en la confección de las diferentes capas de un afirmado son las que se citan a continuación:

- Suelos granulares seleccionados
- Materiales pétreos
- Ligantes bituminosos
- Conglomerantes hidráulicos
- Agua

Todos estos materiales se combinan entre sí para formar diferentes **mezclas** y **compuestos**, que son los que realmente configuran el firme. Los más empleados son:

- *Capas granulares*: Formadas únicamente por áridos de granulometría continua –zahorras naturales y artificiales- o de granulometría discontinua y uniforme, como es el caso del macadam.
- *Estabilizaciones*: En este grupo de compuestos se engloban los suelos estabilizados con conglomerantes –cemento o cal- o productos bituminosos. Algunos de los más populares son la gravacemento, gravaescoria, gravaemulsión, etc.
- *Mezclas bituminosas*: Compuestas por áridos embebidos en un ligante bituminoso. Reciben diferentes denominaciones en función de su apariencia, constitución y puesta en obra. Se emplean en las capas superficiales de los firmes flexibles.



- *Hormigones*: Forman el pavimento de los firmes rígidos, adoptando diversas configuraciones –en masa, armado, compactado, pretensado- y las bases de dichos firmes, donde se emplea hormigón magro, que es más económico aunque de peor calidad.

- *Tratamientos superficiales y riegos*: En este grupo se engloban diferentes compuestos cuya misión es mejorar determinadas características del firme o restaurar aquellas que se han perdido con el paso del tiempo. Destacan los *slurrys*, los riegos de imprimación, adherencia y curado y las lechadas bituminosas.

### *Constitución del firme*

Tradicionalmente se distinguen cuatro zonas dentro del firme, en función del cometido que desempeñan. Cada una de estas zonas puede estar compuesta por una o más capas:

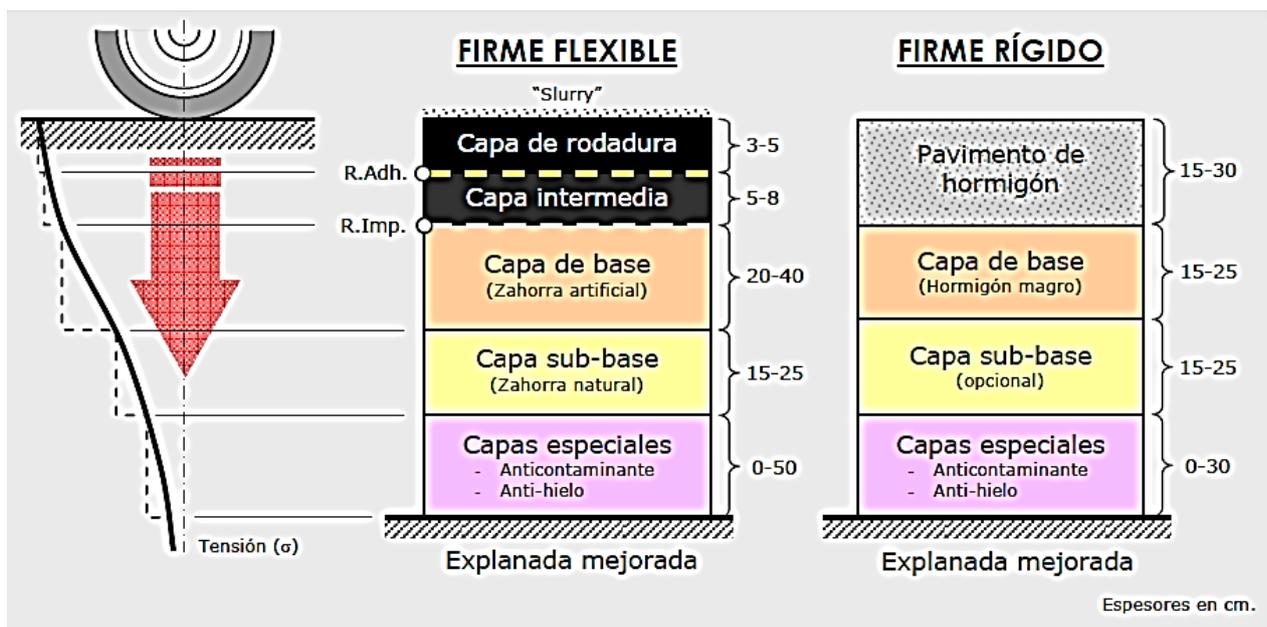
**a) Pavimento**: Es la parte superior del firme, encargada de resistir directamente las solicitaciones originadas por el tráfico. Además, actúa como medio de contacto con el vehículo, por lo que es el responsable de las características superficiales del firme. Estructuralmente, absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales.

**b) Capas de base y sub-base**: Situada justo debajo del pavimento, tiene una función eminentemente resistente, amortiguando gran parte de las cargas verticales. Pueden estar formadas por zahorras naturales o artificiales, o por materiales granulares tratados con algún tipo de conglomerante.

**c) Capas especiales**: Se emplean en circunstancias especiales, como en terrenos heladizos (capa anti-hielo) o en suelos de mala calidad (capa anticontaminante).

d) **Explanada mejorada**: Es la capa más superficial de la obra de tierra que soporta el firme, estando convenientemente preparada para su recepción.

En el caso de firmes con mezclas bituminosas, existen además una serie de “capas de espesor cero”, constituidas por **riegos asfálticos** aplicados durante la construcción del firme en la superficie de determinadas capas para mejorar sus características de adherencia con la capa superior.



### a. Capa de rodadura

Esta capa conforma la parte más superficial del pavimento, por lo que está sometida a la intemperie y en contacto directo con los neumáticos; por ello, es la que está sometida a un mayor número de exigencias, debiendo ser resistente, impermeable, antideslizante y duradera. Para mejorar las cualidades adherentes de esta capa, puede aplicarse sobre ellas un riego de **slurry** de varios milímetros de espesor, compuesto por un mortero de arena silíceo y betún



asfáltico que aumenta el rozamiento, sobre todo en carreteras deterioradas por el uso, con áridos excesivamente pulidos.

### **b. Capa intermedia**

104

Se halla inmediatamente debajo de la capa de rodadura, sirviendo de intermediaria entre dicha capa y las situadas a mayor profundidad. Su función principal es constituir una superficie de apoyo bien nivelada y uniforme sobre la que se pueda extender la capa de rodadura con un espesor constante; también colabora con ésta en la transmisión de los esfuerzos verticales del tráfico convenientemente atenuados a capas inferiores, y acabando de absorber los horizontales, de forma que no alcancen las capas granulares. Todo ello permite reducir la calidad de los materiales empleados en esta capa, reduciendo la cantidad de conglomerante y la calidad superficial del árido, lo que abarata su coste.

Funcionalmente, la capa intermedia debe ser únicamente resistente y duradera, y de características similares a la de rodadura para evitar saltos tensionales excesivos. Para mejorar la adherencia entre las capas bituminosas –*binder* y de rodadura es práctica habitual el efectuar un riego de adherencia constituido por betunes fluidificados para mejorar la trabazón entre las partículas y tratar de reducir la superficie de discontinuidad creada entre ambas capas.

La capa intermedia es típica de firmes flexibles o bituminosos; de hecho, en firmes rígidos no existe esta distinción entre capas de rodadura e intermedia, disponiéndose un único pavimento de hormigón, de entre 20 y 25 cm. de espesor.

### **c. Capa de base**

Constituye el principal elemento portante de la estructura del firme, debiendo repartir y absorber prácticamente totalidad de las cargas verticales que –aunque atenuadas penetren a su seno. En firmes rígidos y semirrígidos, esta función de reparto de cargas está distribuida entre el pavimento y la propia capa de base, al tener características resistentes similares. La capa base presenta, por tanto, una función eminentemente resistente, debiendo ser además compacta y duradera para que sus características mecánicas sean lo más homogéneas posibles durante todo el periodo de proyecto.

Existen diferentes tipos de bases, que emplean uno u otro tipo de material en función de la calidad exigida por las solicitaciones del tráfico:

- *Bases granulares*: Formadas por materiales granulares sin ningún tipo de aglomerante. En función de su granulometría, pueden ser continuas (zahorras) o discontinuas (macadam).
- *Bases granulares estabilizadas*: Al material pétreo se le añade una sustancia aglomerante; normalmente cal o cemento, para mejorar sus cualidades resistentes y aumentar su rigidez. Las más empleadas son las bases de grava cemento, aunque también existen otras, como el suelo cemento, grava emulsión, grava escoria, grava ceniza, etc.
- *Bases bituminosas*: Compuestas a base de mezclas bituminosas en caliente o en frío, con dosificaciones más pobres que las empleadas en las capas que conforman pavimento. Aun así, son bases de muy buena calidad.
- *Bases especiales*: Integradas por materiales obtenidos de procesos industriales, tales como escorias de alto horno, áridos mejorados, bauxitas calcinadas, detritus industriales, etc.

En firmes bituminosos suele darse un **riego de imprimación** entre esta capa y el pavimento, con el fin de procurar un mayor agarre entre las capas granulares y las bituminosas, mejorando así la transmisión de cargas.



*Se define como zahorra natural el material formado por áridos no triturados, suelos granulares, o una mezcla de ambos, cuya granulometría es de tipo continuo.*

#### **d. Capa sub-base**

Realmente se trata de una base de peor calidad, dado que no tiene que resistir cargas excesivas del tráfico, al llegarle muy atenuadas por efecto de las capas superiores; se limita a proporcionar una buena capa de asiento a la base, de forma que se facilite su puesta en obra y compactación.

En cambio, sí que posee una importante función **drenante**, alejando el agua de las capas superiores del firme, para lo cual es imprescindible que los materiales empleados – generalmente zahorras naturales- carezcan de finos de origen arcilloso, dado su carácter impermeable. Además, debe de hallarse en contacto con el sistema de drenaje de la vía, para evacuar el agua infiltrada en su interior; para facilitar la rápida evacuación del agua, se dota a la sub-base de una pendiente del 4%.

En cuanto a los materiales que conforman esta capa, deben poseer una buena granulometría, escasa plasticidad y suficiente dureza para asegurar su durabilidad.

#### **e. Explanada mejorada o subrasante**

En muchos casos, esta capa no se considera como perteneciente al firme, sino a la explanación u obra de tierra. Sin embargo, su función es muy importante respecto de aquél, ya que le dota de una base uniforme y de buena capacidad portante. Los materiales que se emplean en su confección son suelos seleccionados, a ser posible procedentes de la propia excavación o de los alrededores de la obra.

Al conseguir un cimiento de características uniformes, los espesores de las capas superiores pueden ser constantes, lo que es muy conveniente desde el punto de vista

constructivo, económico y de proyecto. La situación contraria implicaría constantes cambios en los espesores del firme, según las características locales de la explanada natural. Actualmente se tiende a trabajar sobre explanada natural, por lo que la explanada mejorada se halla en desuso.

#### f. Capas especiales

Dentro de este grupo de capas se engloban aquellas que, aunque no son imprescindibles en la constitución del firme, pueden ser necesarias en determinadas circunstancias climáticas o geológicas. Destacan las siguientes:

(a) *Capas anticontaminantes*: Cuando la explanada natural está formada por suelos de mala calidad, con un alto componente arcilloso u orgánico, se recurre al empleo de este tipo de capas que actúan a modo de filtro, impidiendo el paso de estos materiales a capas superiores. Se componen de materiales granulares, arenas sobre todo, capaces de retener los finos y permitir el paso del agua a la sub-base.

(b) *Membranas y geotextiles*: Este tipo de elementos han ido sustituyendo a las capas anticontaminantes ya que son más ligeros y efectivos, consiguiendo aislar rigurosamente la explanada de las capas del firme.

(c) *Capas anti-hielo*: Se emplean en zonas de bajas temperaturas, donde el suelo está sujeto a un continuo proceso de congelación y descongelación. Estas capas suelen tener un espesor considerable –entre 40 y 60 cm-, empleándose para su construcción materiales granulares insensibles a la helada.

(d) *Capas estabilizadas*: En zonas de frecuentes lluvias puede ser necesario estabilizar con betún o cemento los últimos centímetros de la coronación de la explanación, para protegerla del agua y permitir el paso de la maquinaria de obra.



- FIRMES FLEXIBLES

**Clasificación:**

1. Concretos asfálticos en calientes
2. Mezclas in situ o mezclas en frío
3. Tratamientos superficiales y revestimientos asfálticos
  - a. Simples, dobles y triple
  - b. Lechadas asfálticas

Este tipo de firmes se caracterizan por estar constituidos por una serie de capas cuyos materiales presentan una resistencia a la deformación decreciente con la profundidad; este hecho obedece al mantenimiento de la proporcionalidad entre tensión y deformación en cada punto del firme, intentando conseguir un trabajo conjunto de la totalidad de las capas.

Las capas más superficiales están formadas por mezclas bituminosas, compuestas por áridos y ligantes hidrocarbonados convenientemente dosificados, lo que otorga al firme el carácter flexible que le da nombre. Estas capas se apoyan sobre capas granulares formadas por zahorras de origen natural o artificial, de menor capacidad portante, encargadas de repartir adecuadamente las tensiones verticales.

El aumento de las intensidades y las cargas de tráfico dio lugar a los **firmes semirrígidos**, que presentan sus capas inferiores estabilizadas con cemento o mayores espesores de las capas bituminosas. Este hecho dota al firme de una mayor rigidez y de un comportamiento estructural muy distinto, ya que la capacidad portante de las capas aumenta con la profundidad.

### ▪ DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Para el cálculo de los espesores de un pavimento, como para el dimensionamiento de todas las estructuras de ingeniería, es necesario hacer el análisis de la carga que va a actuar, conocer la resistencia de los materiales de que se dispone y estudiar la fundación sobre la que se va a apoyar el conjunto.

El diseño de pavimentos comprende básicamente dos aspectos:

- 1) el diseño de las mezclas y/o materiales a emplear en el pavimento, y
- 2) el diseño estructural o dimensionamiento de los componentes del pavimento.

### **Factores que intervienen en el cálculo de espesores**

Los pavimentos son diseñados para obtener en forma económica un buen comportamiento durante una larga vida de servicio. Diversos factores deben analizarse para obtener el diseño del más bajo costo. Estos factores son:

- Tránsito considerando las cargas por eje o rueda y su frecuencia
- Resistencia de los materiales
- Subrasante
- Clima
- Vida útil para el diseño

### **Tránsito**

Del amplio abanico de vehículos que componen el flujo de tráfico en una carretera interesa conocer el porcentaje de vehículos con más carga por eje –vehículos pesados-, así



como la cuantía máxima de dicha carga esperada en el carril de proyecto –aquél más solicitado, y que por tanto determinará la estructura del firme- durante el periodo de proyecto adoptado. La **repetición de cargas** y la acumulación de sus efectos en el firme durante dicho intervalo de tiempo también juegan un importante papel fundamental, ya que es el continuo proceso de carga/descarga el causante del proceso de **fatiga** del firme, decisivo a la hora de determinar la vida útil de la carretera. Además, se tendrán en consideración las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales –curvas, zonas de frenado o aceleración-, las velocidades de circulación de los vehículos pesados – especialmente en rampas- o el sistema de canalización del tráfico previsto.

- Rutas existentes: analizando la densidad vehicular diaria.
- Ruta nueva: en función de lo esperado (población, crecimiento, etc.).
- Considerar Tipo de vehículo, Carga por eje y Frecuencia.

### **Resistencia de los materiales**

La determinación de la resistencia de los materiales que intervienen en la estructura debe hacerse en la forma más crítica de trabajo: si los materiales de base son de tipo granular y pueden ser afectados por la presencia de agua, proveniente de la napa, el ensayo debe hacerse en esas condiciones de humedad.

Los ensayos de resistencia deben ser complementados con ensayos de durabilidad de tal forma que se tenga seguridad de la permanencia de sus propiedades en el tiempo.

En el caso de las mezclas asfálticas, hay que tener en cuenta las condiciones de temperatura de servicio, ya que en materiales plasto-elásticos la resistencia varía sustancialmente con la misma.

Con los resultados de la resistencia de los materiales a los que se les aplica coeficientes de seguridad adecuados al tipo de estructura que tenemos y conociendo las tensiones a que se encuentra sometido, se puede proceder al dimensionado del pavimento.

## **El clima**

Este factor suele tenerse en cuenta sobre todo en la elección de los materiales – especialmente la dureza de los betunes de penetración- y en determinados aspectos constructivos, como es el dimensionamiento del sistema de drenaje (Capítulo 18). En lo que se refiere al diseño puro y simple de la estructura resistente no tienen especial influencia.

Son objeto de consideración las temperaturas extremas diarias y estacionales, el régimen y la cuantía de las precipitaciones y la posible presencia de hielo o nieve sobre el pavimento, con el subsiguiente empleo de sales fundentes o cadenas por parte de los vehículos. En climas muy fríos (continentales y periglaciares) tienen gran incidencia los fenómenos de hielo-deshielo.

## **Subrasante**

Como parámetro fundamental para evaluar la competencia mecánica de una explanada se emplea su capacidad portante, obtenida mediante el índice CBR, o la resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tráfico previstas.

- Considerar Movimientos de suelos.
- Granulometría y Clasificación del suelo.
- CBR
- Módulo de elasticidad, E.



- Módulo de resiliencia, Mr
- Coeficiente de balasto, K.
- Índice de grupo, Ig.
- Resistencia del suelo, R.

112

### **Vida Útil**

- 20 – 30 años en pavimentos flexibles
- 40 – 60 años en pavimentos rígidos

### **Evolución métodos de cálculo**

Presenta tres fases:

#### 1. Fase empírica

a. CBR

b. Índice de Grupo

#### 2. Fase experimental

a. Método AASHTO

b. Método del Instituto de Asfalto

#### 3. Fase racional

a. Método Shell

b. Método Hveem

Estas tres fases no significan un orden en el tiempo. Se dan en cierto modo casi simultáneamente.

### **Fase empírica**

Se establecen reglas prácticas deducidas de la observación de calzadas ya construidas según métodos y tradiciones locales. Se busca mejorar y hacer más precisas las reglas empíricas precedentes, en base a los resultados de experimentaciones, algunas a gran escala, con una ejecución lo más racional posible. Por ejemplo, en EEUU se emprendieron ensayos viales a gran escala:

a. ROAD TEST 1-MD

b. W.A.S.H.O. ROAD TEST

c. A.A.S.H.O ROAD TEST (de mayor importancia)

### **Fase racional**

Se caracteriza por la elaboración de una teoría racional apoyada en los resultados experimentales. Se busca proporcionar a los ingenieros, los elementos para realmente calcular las obras.

### **Fase empírica – Método del CBR**

Características:

- Basado en la resistencia al punzonamiento o penetración según el ensayo normalizado, y a la hipótesis de Bousinesq respecto a la repartición en profundidad de presiones.
- Es un método diferencial.
- Fue desarrollado en la década del 40.



### Ensayo CBR:

Se realiza sobre un suelo compactado al Proctor exigible en obra, en un molde cilíndrico de 6” (15.24 cm) de alto y 5” (12.7 cm) de diámetro. Se realiza en condiciones de saturación, después de estar inmerso en agua durante cuatro días. Consiste en hacer que un pistón cilíndrico de 19.35 cm<sup>2</sup> penetre en la muestra a una velocidad constante de 1,27 mm/minuto. Se miden las cargas necesarias para producir un desplazamiento de 0,1” (2.54mm) y 0,2” (5.08 mm). Finalmente se divide la carga obtenida, por la de la carga patrón.

114

### Fase empírica – Método del Índice de Grupo

#### Descripción del Método

Este método se basa en las características físicas del material, principalmente en su composición granulométrica y grado de plasticidad. Es decir, se debe realizar un análisis mecánico y determinar los límites líquidos y plásticos del material. Este índice se indica en paréntesis después de la asignación del grupo haciendo una clasificación según el Sistema HRB.

Calcule el índice de grupo por la siguiente fórmula empírica:

$$\text{Índice de Grupo} = (F - 35) [0.2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (PI - 10)$$

Dónde:

- F = porcentaje pasante del tamiz N° 200, expresado como número entero (este porcentaje se obtiene basado solo en el material pasante por el tamiz 3”)
- LL = límite líquido, y
- PI = índice de plasticidad.

**Método A**

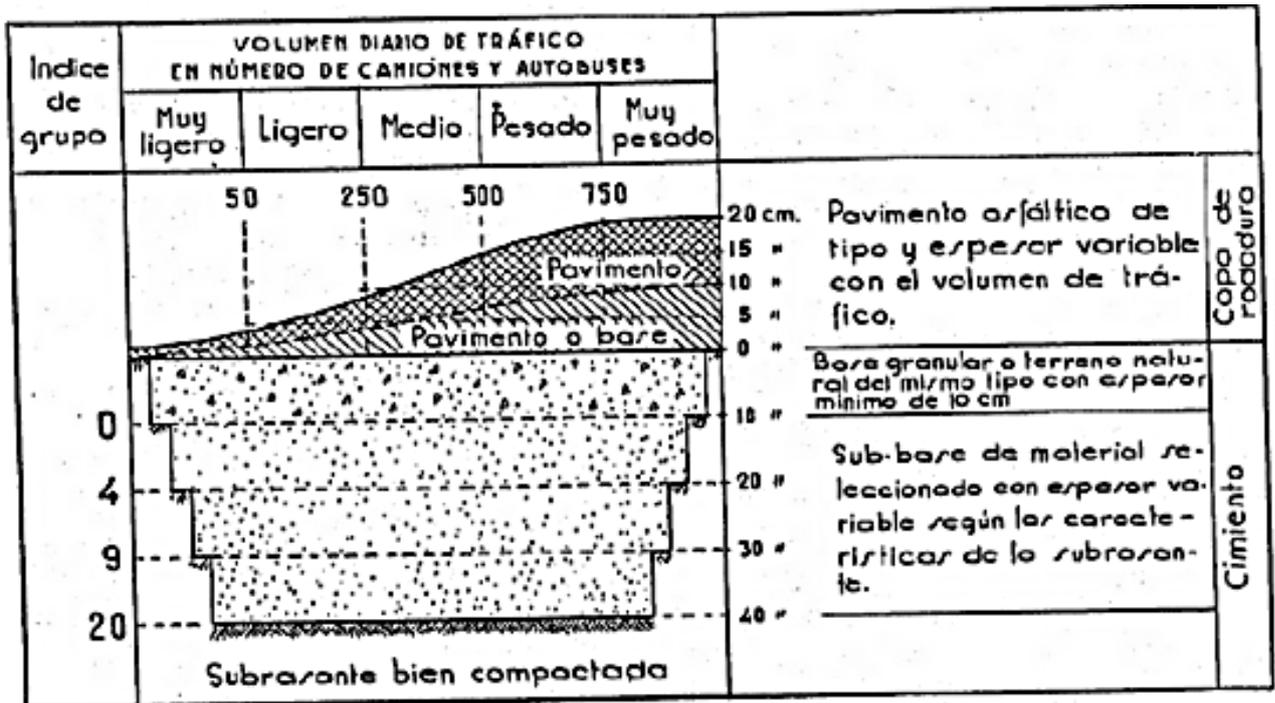


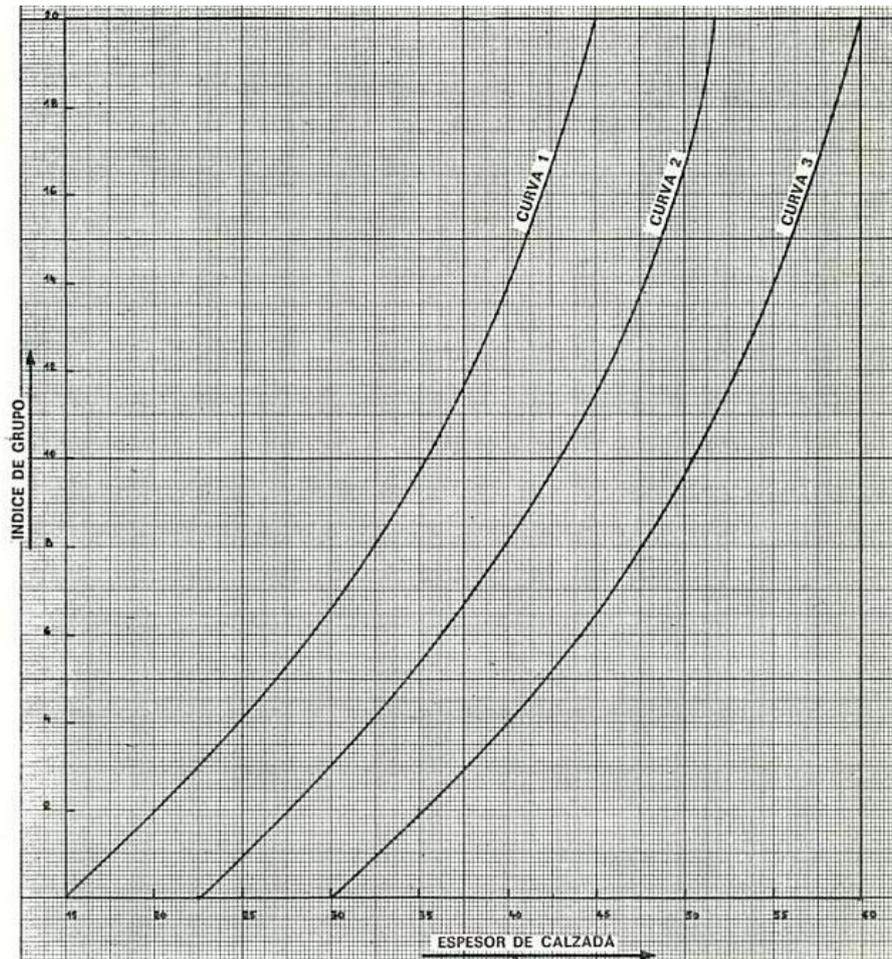
Figura 1.ª

**Método B**

Cálculo del espesor de la calzada utilizando el ábaco de Steele:

- Tráfico Ligero: Menos de 50 camiones por día): Curva N° 1
- Tráfico Medio (entre 50 y 300 camiones al día): Curva N° 2
- Tráfico Pesado (más e 300 camiones por día): Curva N° 3

Se recomienda utilizar este método cuando la napa freática se encuentra a menos de un metro debajo del suelo.



## METODO AASHTO Y AASHO

El primer antecedente en el diseño de pavimentos según el método AASHTO se tiene con el AASHO Road Test que fue un ensayo realizado sobre pavimentos de determinadas características bajo diferentes cargas en Ottawa, Illinois entre 1958 y 1960. De estos ensayos se obtuvo información para ser aplicada en la metodología de diseño de pavimentos. La AASHO es un método basado en procedimientos de diseño en modelos empíricos deducidos de datos recolectados en el AASHO Road Test. Se define la estructura de la calzada determinando el tránsito equivalente y el CBR del terreno. Con estos valores se deduce el espesor equivalente T.

Obtenido el espesor equivalente, se fijan los valores D1 y D2 teniendo en cuenta las recomendaciones del organismo oficial correspondiente, la experiencia de los ingenieros especialistas, los equipos y métodos de compactación; y las tensiones y deformaciones bajo la rueda más cargada. Conviene siempre una progresión regular en las relaciones de los módulos de elasticidad de las distintas capas. Los espesores D1 y D2 se suelen definir “a priori”. D3 se deduce conociendo el espesor equivalente total.

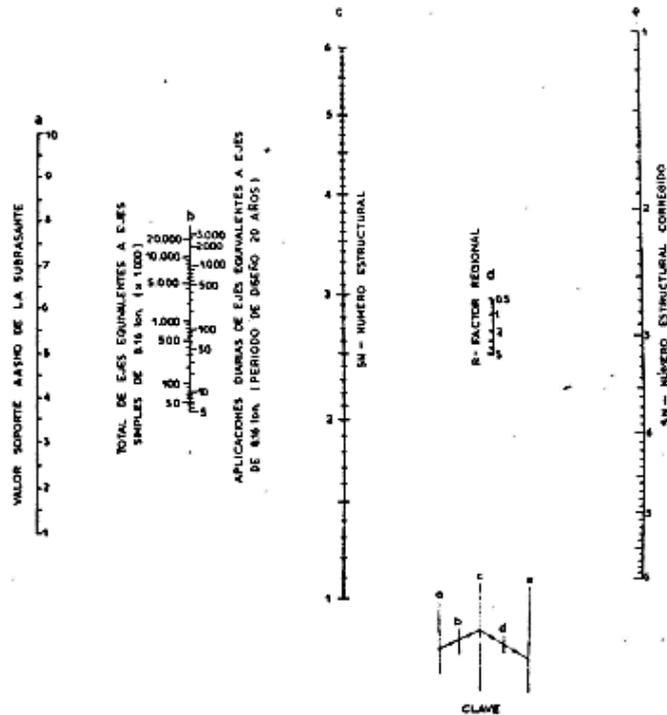
Debe tenerse cuidado en un punto fundamental: el ensayo AASHO y su interpretación dan por sentado que no hay asentamientos en la sub-rasante. En caso de duda sobre la consolidación futura de los terraplenes, puede hacerse la construcción dejando el concreto asfáltico de alta calidad para cuando se alcanza el tránsito previsto y ejecutando una estructura más simple.



# METODO AASHO NOMOGRAMA DE DISEÑO

PAVIMENTOS CON CAPA DE RODAMIENTO CONSTITUIDA  
POR CONCRETO ASFALTICO

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL 2,5



118

## MÉTODO AASHTO

### VARIABLES DE ENTRADA

- Tiempo (vida útil-período de análisis)
- Tránsito (nº repeticiones y cargas por eje)
- Confiabilidad
- Características de la subrasante
- Propiedad de los materiales del paquete estructural
- Drenaje
- Serviciabilidad final

## VARIABLES DE TIEMPO

Hay dos variables a tener en cuenta: periodo de análisis y vida útil del pavimento. La vida útil es el periodo que media entre la construcción o rehabilitación del pavimento y el momento en que este alcanza un grado de serviciabilidad mínimo. El periodo de análisis es el tiempo total que cada estrategia de diseño debe cubrir. Puede ser igual que la vida útil, pero en casos en donde se prevén reconstrucciones a lo largo del tiempo, el periodo de análisis comprende varios periodos de vida útil, el del pavimento original y el de los distintos refuerzas. Los periodos de análisis recomendados son:

119

Tipo de camino	Período de análisis
Gran volumen de tránsito urbano	30-50 años
Gran volumen de tránsito rural	20-50 años
Bajo volumen pavimentado	15-25 años

### ▪ TRÁNSITO

El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes, y a los efectos de cálculo, se los transforma en un número equivalente de ejes tipo de 8,2 tn o 18000 lbs. Se los denominará de aquí en adelante “equivalent simple axial load” o ESAL.

### CONVERSIÓN DEL TRÁNSITO EN ESALS

Las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo. Además, diferentes espesores de pavimentos y diferentes materiales responden de diferente manera a una misma carga. El tránsito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirán el mismo daño que toda



la composición del tránsito. La conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga LEF ("load equivalent factor").

### Factores equivalentes de carga (LEF)

Es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por una carga dada de un tipo de eje y la producida por el eje standard de 80 kN (8,2 tn) en el mismo eje.

$$\text{LEF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ESALs de 80 kN que producen una pérdida de serviciabilidad}}{\text{N}^\circ \text{ de ejes de } x \text{ kN que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

Por ejemplo, para producir una pérdida de serviciabilidad de 4,5 a 2,5 son equivalentes:

100.000 ejes simples de 80 kN

14.347 ejes simples de 133 kN

$$\text{LEF} = 100.000/14.347 = 6,97$$

Es decir que para este ejemplo un eje de 133 KN es equivalente a 6.97 ejes de 80 KN. Dado que cada tipo de pavimento responde de manera diferente a una carga, los LEFs cambian de acuerdo con el tipo de pavimento. Es así que pavimentos rígidos y flexibles tienen diferentes LEFs, que también cambian según:

- El SN (pavimentos flexibles)
- Según el espesor de losa (pavimentos rígidos)
- El nivel de serviciabilidad final adoptado.

### Resumen del procedimiento a seguir para diseño:

### 1- Tránsito

Cálculo del número (N 8,2) de cargas de ejes standard de 80 kN que solicitarán a la calzada durante el período de diseño previsto.

### 2- Temperatura

Tabular las temperaturas ambiente medias mensuales del lugar (MMAT), obtener los factores de conversión del gráfico que se adjunta (figura 8) y determinar w-MAAT.

121

### 3- Subrasante

Determinar el módulo dinámico efectivo "in situ" (E3) o estimar dicho módulo empleando el gráfico E (figura 9).

### 4- Materiales no ligados

Estimar el módulo efectivo (E2) mediante el gráfico E (figura 9) de acuerdo a las propiedades de los materiales disponibles.

### 5- Materiales bituminosos

Estimar las propiedades de las mezclas disponibles y seleccionar la curva representativa de su stiffness (gráficos), de la resistencia a la fatiga (gráfico), y el tipo de asfalto a emplearse (penetración 50 o 100). Seleccionar así el código de mezcla correspondiente (S1-F1-50 por ejemplo).

## **ABACOS DE DIMENSIONAMIENTOS**

Los gráficos estructurales o de espesores han sido construidos en forma tal que se satisfagan los criterios de deformaciones admisibles. Los parámetros por considerar son:

- Tipo de mezcla asfáltica representada por su código de mezcla (S1-F1-50 por ejemplo), siendo ocho el total de códigos.

- Clima representado por w-MAAT (4;12; 20 y 28°C).

- Vida de servicio representada por el número de ejes equivalentes de 80kN (N 8,2) que solicitarán a la calzada durante el período de diseño, siendo los valores considerados desde 104 a 108.

- Módulo de la subrasante E3(2,5 x 107; 5,0 x 107 ; 108 y 2 x 108 N/m<sup>2</sup>).

Todos los gráficos están basados en un número de parámetros fijos y solamente un parámetro variable. Se indica a continuación la conformación de cada serie de gráficos:

**Serie HN** (1-128): constituyen los gráficos principales de diseño; en ellos se representa el espesor total de capas asfálticas (h1) como una función del espesor total de capas no ligadas (h2), para un código de mezclas, un módulo de subrasante (E3) y un w-MAAT definido, siendo N 8,2 la variable para esta serie.

**Serie HT** (1-72): estos gráficos son similares a los HN, pero el parámetro variable es w-MAAT.

**Serie TN** (1-48): A fin de facilitar la interpolación entre el número N 8,2 y los valores de w-MAAT, se suministra esta serie de gráficos, en los cuales se representa el espesor total de las capas asfálticas (h1) en función de w-MAAT, tomando a N 8,2 como parámetro variable.

**Serie EN** (1-48): En esta serie el espesor total de mezcla asfáltica se graficó en función del módulo de la subrasante, siendo N 8,2 el parámetro variable.

En aquellos casos en que los valores asignados a los parámetros de diseño difieran de los representados se trazarán las curvas de interpolación requeridas. En lo que concierne a las capas de base y subbase no ligadas, en los gráficos de las series HN y HT se indica el módulo dinámico mínimo que deberán tener, por medio de líneas punteadas casi verticales. Las mismas dan la subdivisión de la capa base no ligada de acuerdo con los valores mínimos de los módulos (en  $10^8 \text{ N/m}^2$ ).

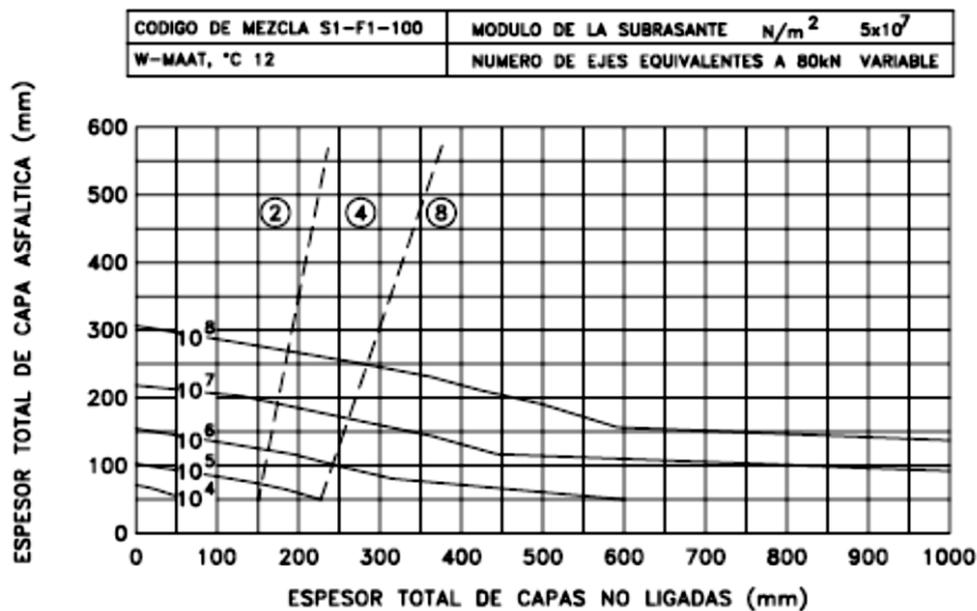


FIGURA 15

CHART HN 45

○ MODULO MINIMO DE CAPAS NOLIGADAS,  $10^8 \text{ N/m}^2$

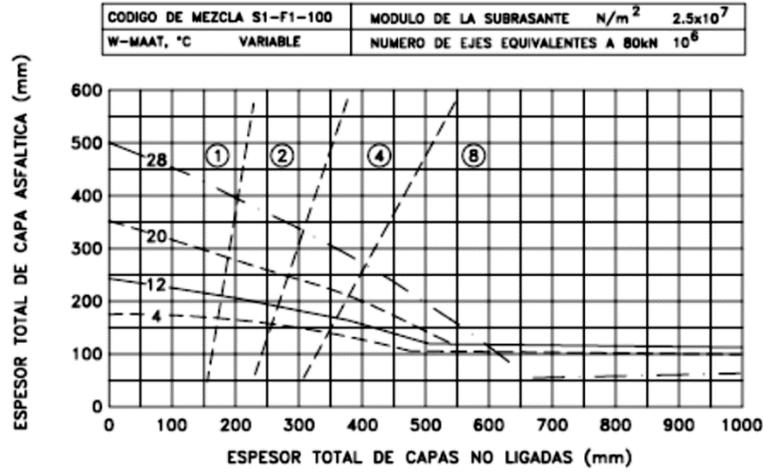


FIGURA 16

CHART HT 7

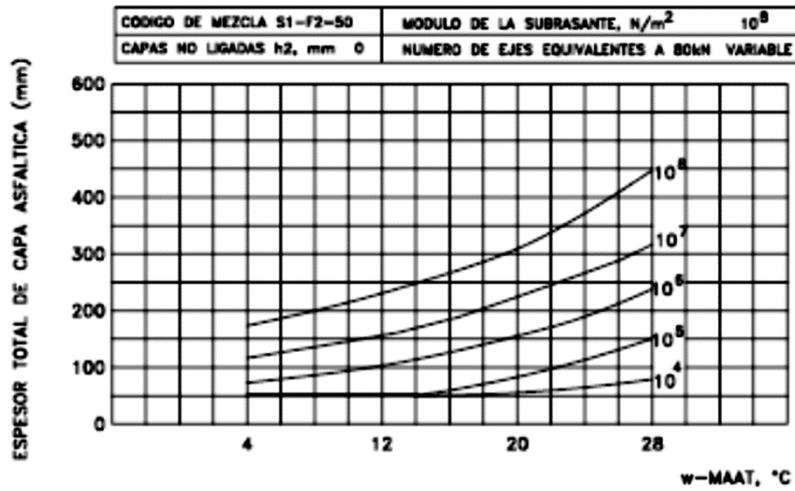


FIGURA 17

CHART TN 34

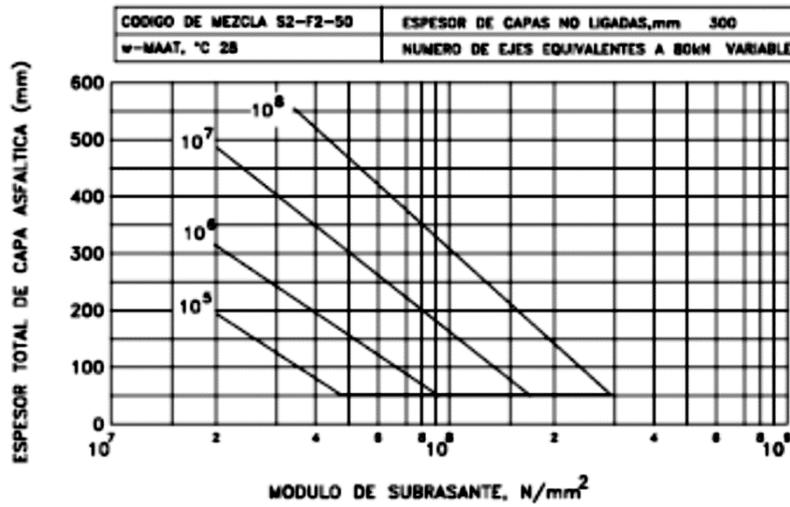
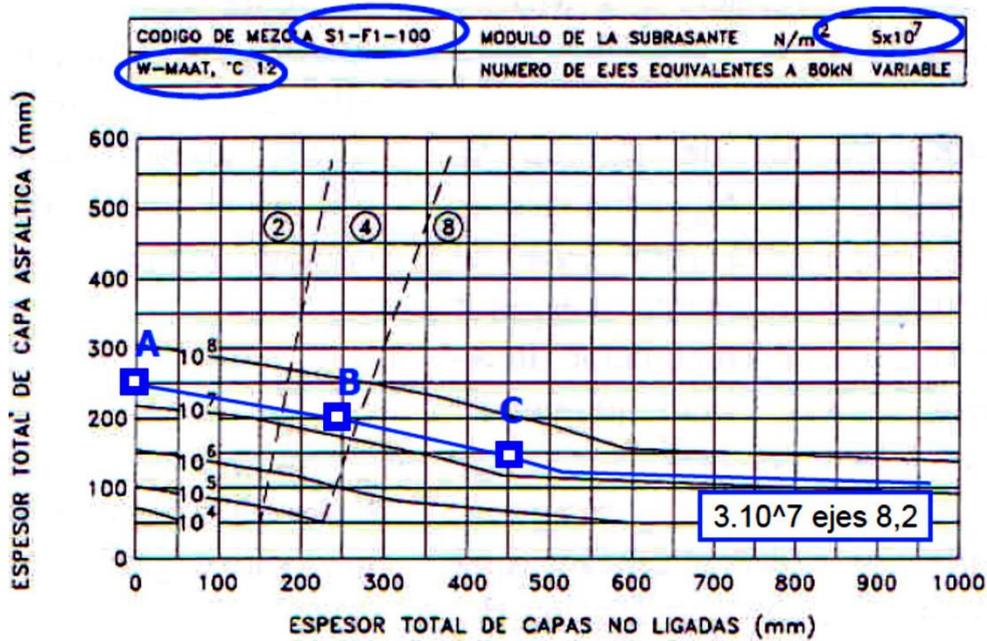


FIGURA 18

CHART EN 44



Se propusieron 3 puntos de diseño: A, B y C.

– Los tres son técnicamente óptimos por cuanto la capacidad estructural coincide con las repeticiones.

Diseño	Espesor Total cm	Espesor de Capa Asfáltica cm	Espesor Capas No Asfálticas cm	Espesores de cada una de las Capas No Asfálticas		
				CBR 20 cm	CBR 40 cm	CBR 80 cm
A	33	23	10	10	0	0
B	45	20	25	17	10	0
C	60	15	45	15	10	20

Por último, hacemos el cálculo del costo de cada diseño y seleccionamos el de mínimo costo.

*Mantenimiento*

**Tipos de tareas de mantenimiento**



Dentro de las tareas de mantenimiento y conservación se pueden distinguir dos grupos diferentes: las que constituyen el **mantenimiento rutinario** u **ordinario** y las **actuaciones extraordinarias**.

El primer grupo hace referencia a actuaciones llevadas a cabo de manera rutinaria y con regularidad: semanal o mensualmente, antes o después de una temporada de lluvias, etc. Por su parte, las actuaciones extraordinarias responden a la aparición de deterioros importantes y generalizados que requieren una reparación más urgente.

<b>Tareas de mantenimiento en firmes</b>	
<b>Mantenimiento ordinario</b>	<b>Actuaciones extraordinarias</b>
<p><b>OPERACIONES PREVENTIVAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza de márgenes y cunetas</li> <li>- Limpieza de obras de paso</li> <li>- Limpieza de los sistemas de drenaje subterráneo</li> <li>- Mejora de arcones</li> <li>- Mantenimiento de la señalización y del balizamiento</li> <li>- Tratamientos de impermeabilización</li> <li>- Protección contra la erosión y contra desprendimientos</li> <li>- Mantenimiento de la adecuada circulación en períodos fríos</li> </ul> <p><b>OPERACIONES CURATIVAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saneamiento de blandones</li> <li>- Bacheo</li> <li>- Sellado de grietas y fisuras</li> <li>- Corrección de mordientes</li> <li>- Reparación y resellado de juntas</li> </ul>	<p><b>REHABILITACIONES ESTRUCTURALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Renovación superficial</li> <li>- Fresado</li> <li>- Rehabilitaciones estructurales</li> <li>- Recalce de losas de hormigón</li> <li>- Mejora del drenaje subterráneo</li> <li>- Refuerzos</li> </ul> <p><b>RECONSTRUCCIONES Y RECICLADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconstrucción parcial o total del firme</li> <li>- Reciclado del firme</li> </ul>

## Niveles de mantenimiento

Considerado el mantenimiento en su sentido más amplio, pueden distinguirse en ella diferentes niveles en función de la gravedad de los daños existentes en el firme:

(a) **Mantenimiento preventivo:** Encaminado a prevenir la aparición de deterioros en el firme o a subsanarlos rápidamente si existen, para evitar males mayores.

(b) **Rehabilitaciones estructurales:** Se recurre a ellas cuando el paso del tráfico y las acciones climáticas han producido una disminución apreciable de la capacidad resistente del firme.

(c) **Reconstrucción del firme:** En estos casos, el deterioro es de tal magnitud que es preciso demoler y reconstruir el tramo de firme afectado. Actualmente se emplean técnicas de reciclado que tratan de aprovechar el material demolido.

- Mantenimiento preventivo

Este tipo de actuaciones sobre el firme no conducen a una modificación sustancial de su sección estructural. Se realizan periódicamente para impedir la aparición de deterioros (**conservación preventiva**) o bien se actúa, naturalmente lo antes posible cuando esos deterioros han aparecido (**conservación curativa**).

A su vez, la conservación curativa puede dirigirse a la corrección de deterioros localizados (operaciones puntuales) o al tratamiento de tramos de una longitud apreciable (operaciones generales). Entre estas últimas hay que destacar las operaciones de **renovación superficial**, cuyo objetivo es dotar al firme de una nueva capa de rodadura, es decir, de unas nuevas características superficiales.



#### ▪ Rehabilitaciones estructurales

En un segundo nivel de la conservación se sitúan los **refuerzos** y, en general, las rehabilitaciones estructurales. Se recurre a ellas cuando el paso del tráfico y las acciones climáticas han producido una notable disminución de la capacidad resistente del firme.

En la mayor parte de los casos esta rehabilitación estructural consiste en un refuerzo del firme: después de acondicionar si fuera preciso la superficie existente, se extienden una o varias capas que suponen una **resistencia adicional** y por tanto alargan la vida de la infraestructura en condiciones satisfactorias.

En algunos casos la rehabilitación estructural se basa en técnicas diferentes a las de refuerzo. Es el caso de los **recalces** de losas en pavimentos de hormigón o de la mejora o incluso sustitución de la capa de base en los pavimentos de adoquines empleados en algunas vías urbanas.

#### ▪ Reconstrucción y reciclado de firmes

El tercer y último nivel de la conservación, es el de la reconstrucción del firme. Su necesidad puede justificarse por tres razones:

- Existencia de una explanada y/o capas inferiores del firme inadecuadas por su carácter plástico, erosionable o entumecible.
- Cuando no se ha actuado a tiempo conservando o reforzando, y se ha alcanzado un alto grado de deterioro que no es posible abordar con una rehabilitación estructural.
- Cuando el deterioro ha llegado a tal punto en el que reforzar resulta mucho más costoso que construir un nuevo firme.

Para reconstruir el firme hay que demolerlo y excavarlo previamente, así como sanear convenientemente la explanación; si ésta se encuentra satisfactoriamente, puede utilizarse el viejo firme como explanada y construir directamente sobre él el nuevo.

La reconstrucción puede ser total o parcial; este último caso se da cuando el daño afecta únicamente a un pequeño tramo o zona de la sección transversal (un carril, por ejemplo). El deseo de limitar el consumo de ligantes bituminosos llevaron a poner a punto técnicas de aprovechamiento de firmes envejecidos, bien directamente –técnicas de reciclado *in situ*- o tras su reciclado en central. En ambos casos, a los materiales existentes se les incorporan en mayor o menor medida adiciones –aglomerantes o áridos- y posteriormente se procede a su remezclado, extendido y compactación.

La **estrategia de conservación** de una carretera o de un tramo con características homogéneas se puede definir como el conjunto de actuaciones a desarrollar durante la vida de la carretera o del tramo para que su índice de servicio no baje del mínimo admisible. El principal objetivo de la estrategia de conservación debe ser, dentro de sus limitaciones, lograr una mayor vida útil del firme al menor coste.

- Tipos de averías de los pavimentos

Algunos de los síntomas superficiales de los diversos tipos de averías de los pavimentos son:

1. Envejecimiento.
2. Disgregación.
3. Grietas largas.
4. Grietas en piel de cocodrilo.



5. Baches.

6. Exudación e inestabilidad.

7. Depresiones.

8. Grietas a lo largo de los bordes.

130

Frecuentemente se presentarán al mismo tiempo varias de estas características superficiales. A veces un tipo de avería puede evolucionar hasta convertirse en un tipo de avería más peligroso o llegar hasta la rotura o destrucción de la estructura cuando no se remedia a tiempo.

- Corrección de las averías de los pavimentos.

El encargado de la conservación dispone de gran variedad de materiales y técnicas aplicables a la corrección de los diversos tipos de averías antes indicados. Algunos de ellos, que pueden emplearse aisladamente o combinados con otros, son:

### 1. Tratamientos superficiales

**a. Riego en negro:** Emulsión diluida con agua (aplicada usualmente con UM dosificación de 0,20 l de emulsión pura por metro cuadrado).

**b. Sellado con arena:** Aplicación por riego de emulsión o asfalto fluidificado cubierta con arena.

**c. Sellado con gravilla:** Aplicación por riego de emulsión, asfaltos fluidificados o betún asfáltica cubierta con gravilla limpia.

**d. Sellado con lechada asfáltica:** Aplicación de UM mezcla de arena, emulsión y agua.

*e. Tratamiento superficial múltiple.*

## 2. Mezclas para bacheo

*a) Mezclas en caliente:* Áridos graduados mezclados en una instalación central o portátil con un betún asfáltico, usualmente de gran penetración, para uso inmediato.

*b) Mezclas en frío:* Áridos locales mezclados en UM instalación central con asfalto líquido para uso inmediato o almacenaje.

*c) Mezclas en frío almacenables:* Se entiende bajo este concepto, usualmente, una mezcla *in situ* de áridos locales con asfaltos líquidos de curado medio o lento que se almacena para uso futuro.

### Tratamientos de conservación.

El tratamiento más común de los síntomas generales de avería es normalmente el siguiente:

#### Una superficie envejecida

Esto es que está excesivamente seca, pero en la que no se ha presentado ningún fenómeno de disgregación, o lo ha hecho en medida muy leve, exigirá, en general, solamente un riego en negro.

1. Limpiar la superficie.
2. Aplicar un riego en negro de aproximadamente 0,40 L/ m<sup>2</sup>
3. Si es necesario rellenar zonas de la superficie ligeramente disgregadas puede ser



necesaria la aplicación de un sellado con lechada asfáltica.

### **Superficie con indicios de disgregación**

En la que se aprecia pérdida de material superficial como consecuencia del desgaste producido por el tráfico. Este defecto puede deberse también al empleo de una mezcla excesivamente pobre. Probablemente podrá repararse la superficie con algún tipo de tratamiento superficial.

1. Limpiar la superficie.
2. Aplicar una capa de sellado. Si la disgregación no ha avanzado excesivamente, un riego en negro puede aportar asfalto suficiente para mantener las partículas superficiales en su sitio, evitando la continuación de la disgregación. Si ésta es más pronunciada, puede ser necesario aplicar un riego de sellado con arena, con gravilla o con lechada asfáltica.

### **Las grietas largas**

Pueden deberse a contracción o a asentamiento. Si su anchura es inferior a 3 mm puede ser conveniente no hacer nada, a menos que el agua pueda entrar en la base y causar daños mayores. Si la anchura de las grietas es superior a 3 mm, deben rellenarse.

1. Sacar las materias extrañas de la grieta mediante un chorro de aire comprimido (si el material contenido en la grieta es arena suelta puede dejarse, tratando adecuadamente).
2. Las grietas pueden llenarse por uno de los métodos siguientes: En las grietas limpias puede verse asfalto especial para relleno de juntas o puede hacerse una aplicación de lechada asfáltica, manteniendo la maestra flexible comprimida contra el pavimento, de forma que la lechada penetre solamente en la grieta; o llenar la grieta con una mezcla pobre de arena y

asfalto que se obliga a penetrar con cepillo. En el último método debe verterse en las grietas recién rellenas un asfalto líquido, de tipos RC-O o RC-1, en cantidad suficiente para cerrar la parte superior de la mezcla uniéndola al borde de la grieta.

### **Grietas en piel de cocodrilo.**

Se deben usualmente a un fallo de la base o a la existencia de un terreno excesivamente flexible formando colchón.

Existen tres procedimientos de reparación normalmente empleados, de los que sólo uno puede considerarse como una corrección permanente. Los otros dos deben considerarse normalmente sólo como remedios de urgencia cuando no pueden hacerse inmediatamente las reparaciones definitivas.

#### **1. Bacheo profundo (reparación permanente)**

**a)** Se elimina el material de superficie y de base en la zona agrietada hasta la profundidad a que se ha producido el fallo de la base. En algunos casos esto puede significar que habrá que eliminar también parte del terreno natural situado bajo la base. Frecuentemente se observará, en esta etapa de la reparación, que la avería se debe a la acción del agua. Si *es* así, deben tomarse las medidas necesarias para eliminarla.

**b)** Al eliminar las capas de base y de superficie debe extenderse la excavación al menos 30 cm por fuera del perímetro de la zona agrietada, para que la reparación esté unida a material sólido en todo su perímetro. Si no se hace así, se producirán de nuevo las grietas en piel de cocodrilo alrededor del borde del remiando, usualmente en una zona de 15 a 30 cm de anchura alrededor de él.

**c)** Al extraer el material de la zona a reparar, las caras cortadas deben ser rectas y verticales.



*d)* Se rellena la zona excavada con una buena base granular, compactada en capas, si es necesario. En algunos casos, cuando la zona a rellenar no es demasiado profunda, puede hacerse todo el relleno con la misma mezcla que vaya a emplearse para la capa de superficie.

*e)* Se aplica una imprimación a la superficie de la base granular.

*f)* Se termina la capa de superficie con una mezcla asfáltica.

134

## 2. Parche superficial (reparación provisional)

*a)* Se barre la superficie de la zona agrietada.

*b)* Se aplica un riego de adherencia.

*c)* Se aplica a esta zona una capa muy delgada de mezcla asfáltica. Al aplicar este tipo de reparación debe tenerse cuidado de terminar cuidadosamente los bordes, eliminando las partículas de áridos gruesos antes de la compactación final.

*d)* Se compacta el remiendo superficial.

## 3. Tratamiento superficial con áridos de cubrición (reparación provisional)

*a)* Se barre la superficie a tratar hasta dejarla perfectamente limpia.

*b)* Se aplica por riego la cantidad de asfalto necesario.

*c)* Se aplican los áridos de cubrición.

*d)* Se apisona el tratamiento superficial con apisonadoras de neumáticos.

### **Los baches**

Son roturas de la superficie que penetran hasta la base o por debajo de ella. Existen dos métodos generales de reparación:

## 1. Con mezcla asfáltica

*a)* Se limpia el bache perfectamente por barrido.

*b)* Se modifica la forma del bache, si es necesario, para obtener, en la dirección del tráfico, un apoyo vertical contra el que pueda apoyarse el material de relleno. Los costados del orificio deben ser aproximadamente verticales.

*c)* Se imprima el bache con emulsión o un asfalto fluidificado ligero.

*d)* Se rellena el hueco con mezcla asfáltica. Si el agujero es profundo, debe colocarse y compactarse la mezcla en capas. Una vez terminado, el material de relleno debe sobresalir de 3 a 6 mm por encima de las zonas vecinas del pavimento.

*e)* La compactación puede lograrse con pisones o, si es posible, haciendo pasar sobre la mezcla las ruedas del camión que ha transportado la mezcla.

## 2. Por penetración

*a)* Se limpia el bache perfectamente por barrido.

*b)* Se modifica su forma, si es necesario, para obtener un borde vertical en la dirección del tráfico sobre el que pueda apoyarse el material de relleno.

*c)* Se imprima el bache.

*d)* Se rellena con piedra y asfalto en aplicaciones sucesivas. En este método deben colocarse en el agujero primeramente la piedra, que se fija en su posición por compactación, aplicando a continuación el asfalto. Hay que tener cuidado de emplear la mínima cantidad posible de asfalto para evitar exudaciones posteriores.



e) Una vez se ha llegado con el relleno hasta el nivel del pavimento adyacente, se extiende sobre su superficie detritus de machaqueo y se apisona sin aplicar más asfalto.

### **Exudación e inestabilidad**

Se producen usualmente en pavimentos que contienen un exceso de asfalto o como consecuencia del empleo de un exceso de material asfáltico en la aplicación de un tratamiento de sellado. Esto da lugar a la aparición de una superficie resbaladiza como consecuencia de la excesiva cantidad de asfalto. También puede dar lugar a ondulaciones de la superficie debidas a inestabilidad. Debe eliminarse el exceso de asfalto.

#### **1. Eliminar el exceso de asfalto de la superficie**

a) El exceso de asfalto y las ondulaciones pueden arrancarse en frío con una motoniveladora o una máquina especial. Naturalmente, esto no es siempre posible, ya que la naturaleza de la superficie ha de ser adecuada para este tratamiento.

b) Se ha empleado con éxito un tipo de máquina regularizadora de discos combinada con una hoja recta montados sobre una motoniveladora. En este tipo de máquina la mayor parte de la eliminación de material se hace mediante los discos, mientras que la hoja, situada inmediatamente detrás, regulariza la superficie resultante.

c) Eliminar el exceso de asfalto con una máquina regularizadora en caliente. Esta máquina calienta la superficie del pavimento antes de arrancar su parte superior con una serie de hojas. Se emplea más frecuentemente en pavimentos urbanos que en carreteras en campo abierto. Realmente es el método más costoso de reparación.

2. Después de eliminar la superficie el pavimento puede dejarse sin más tratamiento. Sin embargo, de esta forma se obtiene un pavimento de textura superficial muy áspera que puede no ser deseable.

### 3. Aplicar una nueva superficie

- a) Es preferible la aplicación de una nueva capa de superficie de mezcla asfáltica en caliente.
- b) Puede emplearse satisfactoriamente un sellado con lechada asfáltica.
- c) También puede aplicarse un tratamiento superficial con gravilla.

### Las depresiones

Se producen usualmente como consecuencia de asentamientos del terreno. Pueden ser ondulaciones alargadas o tener lados cortados bruscamente como consecuencia de bruscos movimientos de tierra. En algunos casos puede existir una diferencia brusca de nivel entre las diversas partes del pavimento. Generalmente, es necesario reponer de alguna forma la uniformidad de la superficie.

#### 1. Con mezcla asfáltica

- a) Debe barrerse la superficie de la zona hundida hasta dejarla perfectamente limpia.
- b) Se aplica un riego de adherencia ligero.
- c) Se llena la depresión con mezcla asfáltica (preferiblemente en caliente). En las zonas hundidas alargadas el mejor sistema es verter el material desde los camiones y extenderlo con motoniveladora. En las depresiones de menor superficie puede colocarse la mezcla en caliente a mano, apisonándola a continuación.
- d) En algunos casos es conveniente aplicar un sellado con arena sobre la mezcla colocada en la zona hundida, extendiendo el sellado aproximadamente 30 cm por fuera de la reparación. De esta forma se evita la posibilidad de que pueda penetrar agua bajo el material de relleno, donde causaría perjuicios por no tener posibilidad de salir.



### **Agrietamiento longitudinal en los bordes**

Generalmente es debido a la falta de sustentación lateral de las banquetas de tierra. También puede deberse a variaciones excesivas de humedad a lo largo del borde del pavimento. La reparación de este tipo de averías se reduce realmente a sistemas de conservación preventiva que evite el agrietamiento. Este tipo de molestias se reduce al mínimo pavimentando la banquina. Cuando las banquetas no están pavimentadas su conservación cuidadosa eliminará normalmente la necesidad de reparaciones. La conservación depende del grado de deterioro. En algunos casos puede ser suficiente un sellado con arena o gravilla. En casos más avanzados será necesario rellenar las grietas o aplicar un parche superficial, o sustituir el pavimento completo. Cualquiera que sea la reparación, la banquina debe mejorarse de forma que sustente lateralmente el borde del pavimento.

138

### **Reparación de antiguos pavimentos bituminosos**

La reconstrucción puede hacerse de la forma siguiente:

1. Si el pavimento existente es de calidad uniforme puede obtenerse la resistencia necesaria mediante un recargo de 10 a 15 cm de hormigón asfáltico.
2. Si el pavimento asfáltico existente es evidentemente inadecuado y está averiado gravemente se sugiere el procedimiento siguiente:
  - a) Escarificar el pavimento antiguo hasta una profundidad de 15 a 20 cm si tiene este espesor, y desmenuzarlo hasta el tamaño de los áridos originales mediante pulverizadores giratorios pesados, apisonadoras de tipo parrilla, pisonos o máquina similar.
  - b) Tratar el material así obtenido con motoniveladora, hasta conseguir las secciones transversal y longitudinal necesarias.

- c) Añadir nuevos áridos hasta conseguir un espesor total, contando los áridos ya existentes, de 15 a 20 cm.
- d) Añadir asfalto hasta elevar el contenido total de asfalto, contando con el ya existente, al necesario para los áridos, según indique el método de proyecto elegido. Es conveniente comenzar con un asfalto fluidificado de contenido en disolventes más bien elevado para ablandar el asfalto ya existente. El asfalto debe añadirse en incrementos de aproximadamente 2 l m<sup>2</sup>, mezclándolo con los áridos después de cada aplicación. Cuando se ha añadido y mezclado todo el asfalto necesario y se ha ventilado la mezcla hasta conseguir el contenido de humedad y volátiles adecuado, debe pasarse de nuevo la motoniveladora hasta obtener las secciones longitudinal y transversal adecuadas.
- e) Compactar perfectamente la mezcla con la maquinaria de compactación más apropiada. Añadir nuevas capas, si son necesarias, y un pavimento adecuado para las condiciones de tráfico y carga.



## o) Dimensión ambiental.

### BASE CERO

- Descripción del estado actual del medio sin emprendimiento

- **MEDIO FISICO (ABIOTICOS)**

-  **Clima**

#### **Datos climatológicos:**

Los valores térmicos, la intensidad de la luz solar, la reducida nubosidad, los vientos moderados y de escasa fuerza en gran parte del año, y el bajo porcentaje de humedad relativa, son factores que contribuyen de manera propicia, a la buena marcha de los cultivos y a la obtención de buenos rendimientos de las especies cultivadas.

- **Temperaturas**

#### *Temperatura máxima absoluta:*

Se debe tener en cuenta para determinar la máxima temperatura absoluta la presencia de masa de aire caliente como son el viento zonda, las corrientes del niño.

Podemos determinar que las temperaturas máximas superan los 40°C.

#### *Temperatura máxima media:*

Posee una variación anual suave, donde los meses comprendidos entre noviembre y febrero son los más calurosos. Entre los meses de mayo y agosto hay temperaturas máximas medias inferiores a los 20°C.

### *Temperatura media:*

Solo tres meses del año poseen temperaturas medias inferiores a 10°C, pero superiores a 5°C. Los meses de diciembre, enero y febrero tienen temperaturas medias superior a 20°C

### *Temperatura mínima media:*

Podemos determinar que durante los meses de Mayo, junio, julio y agosto se producen las temperaturas más bajas. De aquí podemos determinar que nuestro departamento posee una temperatura mínima superior a los 0° C. Con una temperatura mínima media anual de + 6,2°C. Según datos estadísticos (INTA).

En anexo se adjunta tabla con los valores de temperatura mínima media, dentro del periodo de tiempo de los años 1981-1990. Desde los meses de Enero hasta Diciembre.

### *Temperatura máxima media:*

La temperatura máxima media anual en el departamento de San Rafael es de 23°C, de acuerdo con los datos estadísticos obtenidos por el centro meteorológico de San Rafael, ubicado en el distrito de Rama Caída (I.N.T.A.), dentro del periodo de 1981-1990.

- **Precipitaciones**

### **(Fuente Estadísticas Climatológicas de San Rafael - INTA Rama Caída)**

La precipitación en el departamento de San Rafael, presenta máximos en los meses de verano.

A estas zonas sólo llega humedad suficiente para generar precipitaciones de envergadura en forma de tormentas eléctricas aisladas, desde el Océano Pacífico en verano. Ocasionalmente, y en condiciones muy particulares, un sistema del Océano Atlántico puede producir lluvias o nevadas en invierno y por medio de las cuales se ha permitido a través del deshielo convertir el oasis en un lugar de grandes plantaciones.



Se pueden determinar las mayores precipitaciones en el periodo estival, el cual ronda dentro de los valores de 250/328 mm anuales.

○ **Vientos**

Se puede observar que las direcciones más frecuentes del viento en San Rafael son del este y del sudeste, le siguen en importancia las direcciones norte y nordeste.

La alta intensidad de viento medio de la dirección noroeste se asocia a los casos de viento Zonda (clima cálido).

No se presentan vientos de gran magnitud en nuestras zonas, pero se puede destacar fenómenos aislados que se han producido, los cuales vale tener en cuenta.

**Viento Zonda:**

Es un viento cálido y seco. Los días de viento Zonda la humedad relativa ambiente es muy baja, ha llegado hasta el 2% y la temperatura asciende en algunos casos hasta los 40° C°.

- Periodo de ocurrencia: desde el mes de agosto hasta el mes de enero.

- Cantidad media de días que ocurre: 10 a 12 días en el año

-Dirección: Noroeste a Sureste.

- Velocidad; Ráfagas hasta 120 Km. /hora.

**Vientos fríos:**

Son vientos fríos y generalmente secos. Cuando sucede en la época invierno-primaveral es cuando se producen las temperaturas mínimas absolutas anuales, por ejemplo horas seguidas al viento se ha llegado a registros de hasta 14 ° bajo cero, lo normal es llegar a temperaturas de entre 2° y 5 ° bajo cero.

- Periodo de ocurrencia: Inverno y primavera desde junio hasta noviembre.

-Cantidad media de días que ocurre: 6 a 8 días en el año.

-Dirección: Sur, Sur-oeste a norte

- Velocidad: moderada con ráfagas de hasta 50 Km. / hora.

### **Vientos del Este:**

Son vientos suaves, generalmente más húmedos y ocurren los días en que se producen lluvias moderadas, su ocurrencia puede ser en cualquier época del año.

- **Otros:** Niebla, heladas y granizo.

### **Granizo**

San Rafael es una zona con una alta incidencia de granizo. Estas son tormentas que se dan en la época estival y se caracterizan por sus vientos muy intensos con lluvias y granizo. La época de ocurrencia es verano y los días que suceden son aproximadamente 2 a 3 anualmente.

### **Niebla**

La niebla y neblina son dos estados de un mismo fenómeno, para el cual tiene que registrarse mucho frío y 100% de humedad, es decir, alta concentración de agua en el ambiente. Entonces el enfriamiento genera gotitas pequeñas que se mantienen en equilibrio a baja altura. En nuestra zona no son comunes dichos estados, es por esto que el fenómeno no es usual.

### **Heladas**

Podemos determinar cuáles son los periodos de mayor frecuencia de heladas que se producen en el departamento de San Rafael, siendo el período mayo-septiembre el que mayor frecuencia de heladas presenta y el máximo en el mes de julio.



## **Suelos**

### ○ **Aptitud de uso**

La característica general de la zona es árida con excepción del oasis cultivado. Los Suelos de San Rafael, al igual que los de toda la provincia de Mendoza, son muy variados existiendo suelos de excelentes características y otros muy inferiores o de mala calidad. En general son de origen aluvional (producidos por corrientes de agua) y/o eólico (generados por vientos). Para el cultivo de la vid hay suelos perfectamente aptos en los cuales se desarrollan excelentes viñedos.

Las propiedades físicas de un suelo dependen fundamentalmente de su textura y de su estructura. La importancia de estas propiedades es muy grande, ya que de ellas depende el comportamiento del aire y del agua en el suelo, y por lo tanto condicionan los fenómenos de aireación, de permeabilidad y de asfixia radicular. Por otra parte, las propiedades físicas son más difíciles de corregir que las propiedades químicas, de ahí su interés desde el punto de vista de la fertilidad de un suelo.

Entre las pequeñas partículas minerales de los suelos se incluyen la arena, el limo y la arcilla. Algunos suelos presentan además otras partículas de mayor tamaño denominadas arena gruesa, grava, guijarros o piedras. La textura define la cantidad de arena, limo y arcilla que existe en el suelo.

## **Topografía**

Dentro del paisaje de la Provincia de Mendoza, es posible distinguir dos grandes regiones físicas de relieves diferenciados, el área de montañas o serranías situada al oeste, y el área llana oriental de escaso relieve relativo.

Existen dos sectores morfológicos bien diferenciados:

- El sector morfológico elevado de montaña el cual se divide en 4 unidades morfoestructurales:

Cordillera Principal.

Cordillera Frontal.

Precordillera.

Bloque de San Rafael.

- El sector morfológico de relieve bajo, se compone de varias unidades que abarcan las zonas central y oriental de la provincia que presentan características de llanura. Estas planicies o llanuras predominantes son.

Depresión de los Huarpes-Graben de Tunuyán

La travesía- médanos y guadales

### **Bloque de San Rafael**

Se denomina así a la unidad morfoestructural precordillerana sobre elevada, con relieve comprendido aproximadamente entre 600 y 1800 msnm ubicada entre los 34° y 35° de latitud sur y los 68° 30'' y 69° de longitud oeste.

Su orientación general es NO-SE y sus manifestaciones extremas corresponden en el norte a la Sierra de Las Peñas y al sur la Sierra Pintada (hasta limitar con el Cerro El Nevado), por lo que se encuentra casi totalmente dentro del Departamento de San Rafael.

En la zona Sur del Bloque, el Río Atuel ha horadado su cauce, formando el Cañón del Atuel de considerable profundidad, ya que desciende de los 1.200 m, en El Nihuil, a los 600m en su desembocadura en el Cerro Negro, pudiendo observarse en algunos sectores el perfil rocoso de edades cuaternarias, terciarias, triásicas y paleozoicas.

### **Payunia**



La Payunia es el área Limitada al oeste por la Cordillera Principal, al norte por la Depresión de los Huarpes, al este y sur se proyecta en territorios pampeanos y neuquinos.

El rasgo morfológico principal del área es la extraordinaria cantidad de manifestaciones volcánicas que se han producido (del orden de 800), destacándose por su gran tamaño los aparatos volcánicos correspondientes al Cerro Nevado, Payún Matrú, Pagen y Cachauén.

### **Depresión de los Huarpes**

Corresponde a un paisaje de llanura o planicie agradacional pedemontaña que se manifiesta como un elemento deprimido y aplanado, con leve escalonamiento y descenso hacia el E-NE. Está limitada al O por la cordillera frontal y principal, al N y NE por el Bloque de San Rafael y al S y SE por la Payunia. Se extiende en dirección N-S aproximadamente 300 Km y de E-O unos 60 Km.

### **Geomorfología**

El Bloque de San Rafael (Criado Roque, 1972) es una unidad morfoestructural precordillerana, ubicada en su casi totalidad en el Departamento de San Rafael, en el centro - sur mendocino, desde el río seco de Las Peñas al norte hasta el sur del paraje La Escondida (González Díaz, 1972). El rumbo general de sus estructuras es noroeste - sudeste, coincidente con una antigua franja de fracturación paleozoica. Litológicamente está integrado fundamentalmente por leptometamórfitas asignadas al Precámbrico, una serie sedimentaria de comprobada edad Ordovícica, Silúrico - Devónico, Carbonífero, espesas secuencias volcanoclásticas del Paleozoico superior - Mesozoico inferior de los grupos Sierra Pintada y Cerro Carrizalito; y sedimentos y coladas basálticas cenozoicas de gran ocurrencia a real al este del área de análisis.

### *Rasgos Geomorfológicos*

En el Bloque de San Rafael se pueden reconocer claramente tres unidades morfológicas, perfectamente identificables por sus características y una serie de formas menores dentro del paisaje de la unidad morfológica principal.

Los rasgos geomorfológicos observados están regidos fundamentalmente por cuatro factores:

- Estructura general de esta provincia geológica.
- Esfuerzos que tuvieron lugar en el Terciario y Cuaternario, que modelaron las formas existentes para darles su fisonomía actual.
- Climáticos y paleo climáticos.
- Litológicos.

### *Zona Positiva U Occidental*

Se corresponde con las elevaciones de la Sierra de Las Peñas al noreste y su continuación al sur, que recibe la denominación de Sierra Pintada. Se compone de una serie de serranías de altura promedio superior a los 500 metros, elongada en dirección NNW-SSE. Una característica notable del Bloque de San Rafael, es la gran cantidad de centros volcánicos de dimensiones y grado de erosión variables evidenciable a través de sus cráteres, en algunos casos con alto grado de destrucción.

### *Zona Negativa U Oriental*

Constituye una planicie que actúa como nivel de base local de toda la red hídrica paralela proveniente de las zonas altas. También llamada zona de los llanos orientales o llanura oriental es una región suavemente ondulada cuya pendiente regional es de NW a SE.



### *Zona De Transición*

Se identifica a ésta con la unidad morfológica de la zona piedemonte de la Sierra Pintada. Es posible diferenciar claramente de los afloramientos precenozoicos y de la zona deprimida, una gran profusión de conos volcánicos basálticos de edad terciaria superior y cuaternaria, alineados según tres direcciones predominantes: meridiana, NNW- SSE y W-E. Se trata de típicos conos piroclásticos. Continúan hasta el sur de la Colonia Las Malvinas, hasta hacerse poco notables.

### *Estructuras - Neotectónica*

En general se observa un claro predominio de estructuras de fallamiento por sobre el plegamiento, restringido este último al sector centro este del Bloque. El diseño que adopta la fracturación está formado por dos grupos de fallas: uno principal de rumbo NW - SE caracterizado por el predominio de fallas inversas y corrimientos con convergencia al oeste y otro secundario ENE - WSW en el cual se asocian fallas directas y de rumbo. La actividad neotectónica de esta unidad montañosa es clara a través de rasgos morfológicos, evidenciables fundamentalmente en su borde oriental. Cisneros (1993) observó la presencia de tres frentes de escarpes que indicarían los diferentes estadios de fallamiento moderno. Los rasgos morfotectónicos demuestran la actividad de fallamiento holoceno con componente lateral sinistral conformando un sistema transcurrente submeridional.

#### ○ **Sismicidad**

La población de Villa Atuel (San Rafael) quedó en ruinas. El temblor provocó grietas de donde manó agua caliente que alcanzó la altura de algunos centímetros. Se produjeron fenómenos de licuefacción de suelos, puesto de manifiesto por la presencia de pequeños cráteres de arena y barro.

En la zona de Malvinas muchas de las casas fueron destruidas y algunas de las que quedaron de pie estaban muy agrietadas. Esto obedece entre otros factores a la poca coherencia de los suelos que son de tipo franco-arenosos lo que favoreció los fenómenos de licuefacción.

A partir de la descripción de algunos testigos y de las características del terremoto se infiere que la onda sísmica siguió primero una orientación ONO-ESE que luego se transformó en N-S, adquiriendo allí el máximo de intensidad. Esto coincide con la dirección en que se localiza la Falla Malvinas.

El sismo se sintió en Tupungato a las 5 hs 45'; en San Carlos a las 6 hs 00', 6 hs 05', 6 hs 15' y 8:45; y en el Sosneado a las 6 hs 45', 6 hs 50', 6 hs 45' y 8 hs 12'. En San Rafael tembló toda la tarde. Con regular intensidad se sintió en Córdoba y San Luis. En Chile se sintió por 30 segundos el sismo, pero no se registraron víctimas (Diario Los Andes, Mendoza, viernes 31 de mayo de 1929).

De estos registros se concluye que la actividad sísmica en el territorio mendocino ha sido alta y persiste actualmente.

## CONCLUSION

La provincia de Mendoza tiene una elevada sismicidad (registradas por las estaciones sismológicas), con intensidades que varían VI a IX grados en la escala de Mercalli Modificada. En general estos movimientos han producido licuefacciones de suelos, deslizamientos y derrumbes.

Se destaca además que en los últimos cien años han ocurrido varios sismos en territorio mendocino, cuya magnitud ha sido mayor a 4 grados en la escala de Richter. Eso



tiene como consecuencia directa la necesidad de contar con una evaluación adecuada del peligro y riesgo sísmico.

### Agua superficial

#### Aguas

#### Superficiales

Es proporcionada a las propiedades por medio de un turno y con una dotación por hectárea que es establecida por el Departamento General de Irrigación. Este derecho tiene un costo anual establecido por hectárea y un periodo de servicio que sólo se interrumpe dos veces al año. La primera es una corta anual de limpieza de invierno, de aproximadamente 45 días y la segunda es una corta se realiza en verano de entre 2 y cinco días.

### Agua subterránea

#### **Recurso Hídrico Subterráneo en la Región Hidrológica de los Ríos Diamante y Atuel**

De toda la región sur de Mendoza, la más importante, desde el punto de vista de la utilización de grandes volúmenes de agua subterránea, es el oasis de los Ríos Diamante-Atuel, en los departamentos de San Rafael y General Alvear, también llamado llanura Sanrafaelina. En el resto de las cuencas, la utilización del agua subterránea es para uso fundamentalmente ganadero con caudales que fluctúan entre 2 000 y 5 000 litros/hora.

La llanura Sanrafaelina tiene un importante reservorio de agua subterránea que está explotado por aproximadamente 2 000 perforaciones. Al igual que en las zonas norte y centro, este reservorio está constituido por acuíferos libres al oeste, con espesores que van desde los 12 metros en la Villa 25 de Mayo a 150 metros en Cuadro Nacional y semiconfinados a confinados al este, donde tenemos espesores que llegan a los 400 metros.

El agua se mueve en forma radial divergente desde la entrada del Río Diamante, a la cuenca, hacia el noreste, el este y el sudeste.

Las líneas de flujo tienen, en el área de acuífero libre, gradientes que varían entre el 7% y el 12%, pasando la zona de semi confinamiento a 2,7%, para tomar valores estables en la parte confinada de 1,8%.

La recarga principal de la cuenca se produce a través del Río Diamante y fundamentalmente en la zona de la isla del Diamante y depende del caudal que aquél eroga, pudiendo alcanzar en años ricos valores de infiltración próximos a los 130 Hm<sup>3</sup>/año. Con respecto a este río, las curvas isopiezas y las líneas de flujo indican que el mismo recarga el acuífero desde la isopieza de 760 m s.n.m. hasta la de 650 m s.n.m. y la dirección predominante del flujo es con rumbo oeste-noroeste a este-sudeste en dirección al Río Atuel. A partir de aquí el flujo se dirige hacia el este y a la altura de Goudge se produce una separación de las líneas de corriente en dos direcciones principales: uno hacia el noroeste y la otra al sudeste. En el primer caso siguiendo el cauce actual del Río Diamante y en segundo, el antiguo cauce del mismo, o sea direcciones, posiblemente de mayor permeabilidad.

Los niveles de agua subterránea más profundos de esta cuenca se encuentran en la parte noroccidental (Colonia El Usillal) con valores de -20 a -50 metros y al sur, en la Colonia Las Malvinas con valores similares. En el resto de la cuenca los valores fluctúan entre -1 y -10 metros para alcanzar en el Departamento General Alvear los -2 m.

El Departamento General de Irrigación dispone de un registro de las perforaciones que se encuentran inscriptas en la zona Sur, llegándose a una cifra de 800 pozos en condiciones de actuar como refuerzo de riego. La distribución distrital que se tiene se indica en la tabla siguiente.

En la actualidad existen 350 perforaciones para riego en uso, las que se utilizan como refuerzo de riego en zonas con derecho superficial en épocas de escasez de recurso, o cuando las dotaciones son insuficientes para los tipos de cultivos que se realizan



## Aire

### ○ Calidad del aire

Se solicitó a la Dirección de Control Ambiental dependiente de la Subsecretaría de Medioambiente del Gobierno Provincial los registros de mediciones de calidad de aire en zonas del Departamento de San Rafael. A continuación se transcribe el Informe Técnico No 323/00 de fecha 29 Agosto de 2000 realizado por el Ing. Andrés Bullaude.

### ○ Análisis de composición gaseosa

Para el registro correspondiente a la Terminal de Ómnibus, se observa que ninguna de las variables medidas supera lo establecido por la Norma 5100:

CONTAMINANTE	REGISTRO MAX.	VALOR LÍMITE
SO <sub>2</sub>	1.89 PPB	100 PPB (1 H) - 30 PPB (8 Hs.)
NO <sub>x</sub>	62.45 PPB	100 PPB (24 Hs.)
CO	1.07 PPM	36 PPM (1 H) - 9 PPM (8 Hs.)
O <sub>3</sub>	7.89 PPB	60 PPB (1 H)

Se repite la misma situación para el pequeño periodo registrado en la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.

CONTAMINANTE	REGISTRO MAX.	VALOR LÍMITE
SO <sub>2</sub>	2.9 PPB	100 PPB (1 H) - 30 PPB (8 Hs.)
NO <sub>x</sub>	16.38 PPB	100 PPB (24 Hs.)
CO	0.49 PPM	36 PPM (1 H) - 9 PPM (8 Hs.)
O <sub>3</sub>	9.11 PPB	60 PPB (1 H)

Para el periodo de registro de 24 hs. en Cuadro Nacional, tampoco se superaron los límites aconsejados por la Norma. También puede observarse la correlación entre el ozono superficial y la Radiación UVB correspondiente a ese periodo, donde se deduce que la concentración de ese contaminante seguramente se debe a la incidencia de la radiación UV. Es oportuno aclarar que no se registraron hidrocarburos gaseosos por razones técnicas inherentes al equipo, aunque la actividad industrial del área medida, no indicaría presencia importante de estos compuestos en el aire. Del mismo modo que para el PM<sub>10</sub>, éstos hidrocarburos gaseosos podrán registrarse cuando el equipo cuente con el analizador de HCT en funcionamiento.

La comparativa entre la concentración de contaminantes y los valores límite, para Cuadro Nacional, es la que sigue:



CONTAMINANTE	REGISTRO MAX.	VALOR LÍMITE
SO2	3.4 PPB	100 PPB (1 H) - 30 PPB (8 Hs.)
NOx	32 PPB	100 PPB (24 Hs.)
CO	1.3 PPM	36 PPM (1 H) - 9 PPM (8 Hs.)
O3	17 PPB	60 PPB (1 H)

➤ **MEDIO FISICO (BIOTICOS)**

 **Flora**

- **Autóctona**

**FLORA REGIONAL**

Toda la vegetación encontrada corresponde a la típica de la flora nativa de la provincia de Mendoza, la cual corresponde a un lugar desértico con escasas precipitaciones lo que permite la presencia de especies características de estos ambientes.

Así, pueden encontrarse ejemplares de plantas silvestres autóctonas tales como el solupe, el coirón, la cortadera, el junco, la jarilla, el algarrobo dulce, el chañar, el retamo, el piquillín, la zampa y la pichanilla entre muchas otras.

En la zona andina, la vegetación va disminuyendo con la altura, de modo que a partir de los 4.000 m.s.n.m. los ejemplares son muy escasos.

Cabe destacar dentro de esta clasificación a la flora aloctona comprendida por diferentes cultivos, los que ocupan un lugar importante en el departamento de San Rafael. A continuación adjuntamos algunos datos:

Superficie total de hectáreas: 67.678,7

Superficie con frutales: 26.037

Superficie con vid: 8.911

Superficie con hortalizas: 277

Superficie apta inculta: 21.411

Superficie no apta inculta: 7.167

- **Artificial**

### **Fresno europeo**

Nombre científico: Fraxinus excelsior.

Clase: dicotiledoneas

Familia: Oleaceae

Origen: Europa y Asia menor

Altura: de 8 a 12 m.

Es excelente para arboleda de calle, plazas y paseos por la abundante sombra que produce y su largo periodo de foliación.

### **Morera**

Nombre científico: Morus alba

Clase: dicotiledóneas

Familia: Moráceas.

Origen: India y China

Altura: entre 8 a 12mts.

En el arbolado Público se plantan exclusivamente ejemplares de sexo masculino.



Se adapta perfectamente a nuestro clima y es la principal especie por el número de ejemplares.

### **Plátano**

Nombre científico: *Platanus acerifolia*

Clase: Dicotiledóneas

Familia: Platanáceas

Presenta excelentes cualidades como árbol urbano en particular por el porte que alcanza, ideal para nuestra zona céntrica.

Árbol de gran porte y amplia copa globosa.

### **Alamo**

Nombre científico: *populus albas*

Clase: blanco

Familia: Salicaceas

Origen: Europa y Asia

Altura: de 20 a 35 m.

- Árbol que por su desarrollo hay que plantar en espacios abiertos y alejado de edificaciones, pues con el paso del tiempo vienen las sorpresas.

- Cuidado con las raíces y las construcciones. No se recomienda plantar a menos de 15 metros.

- Poco exigente en suelos. Tolera suelos secos.

### **Olmo**

Nombre científico: *Ulmus pumila*

Clase: Olmo siberiano

Familia: Ulmaceas.

Origen: Procede del Norte y Este de Eurasia

Altura: hasta 12mts.

El olmo es un árbol de gran porte y de rápido crecimiento. El tronco está recubierto por una corteza acorchada. Las ramas son lisas y suberosas y tienen hojas alternas, brillantes y aovadas, surcadas por múltiples nerviaciones y con bordes aserrados.

157

### **Eucaliptus**

Nombre científico: *Eucalyptus camaldulensis*

Clase: rojo

Familia: Mirtaceas

Altura: entre 50 y 60 m

Árbol de follaje persistente, de copa amplia y el tronco muy grueso, con la corteza lisa, de color blanco con tonos marrones o rojizos y que se desprende en placas con los años.

### **Aguaribay**

Nombre científico: *Schinus molle* var. *Areira*.

Nombre vulgar: Aguaribay, Molle, Pimiento

Familia: Anacardiaceas

Origen: Árbol originario de América del Sur, crece desde el centro y norte de Argentina,

Altura: de 10 a 15 m.

Es una especie rústica, resistente a fríos y sequías. Es de follaje persistente y de mediano porte, con copa globosa y péndula y tronco grueso que alcanza los 80-100 cm de diámetro; corteza persistente, escamosa.

### **Sauce**

Nombre científico: *sáliz humboltiana*



Clase: Criollo

Familia: Salicáceas

Origen: Muy difundido en la Argentina, crece sobre todo a la vera de los ríos y arroyos.

Altura: hasta 15 mts.

Es un árbol de gran porte, tronco erecto, corteza gruesa pardo- grisácea o pardo-rojiza. Las ramas abiertas, no péndulas. Hojas alternas, caedizas, simples, lanceoladas con borde aserrado de color verde claro.

- **Arbustos vegetación herbácea**

### **Estrato herbáceo**

- 1- Trichloris crinita
- 2- Aristida mendocina
- 3- Aristida adsencionis
- 4- Digitaria californica
- 5- Pappophorum caespitosum
- 6- Cortaderia selloana
- 7- Stipa sp
- 8- Sporobolus rigens
- 9- Distichlis spicata

### **Estrato arbustivo:**

- 1- Acantholippia seriphioides
- 2- Junellia seriphioides
- 3- Psila spartioides
- 4- Fabiana denudata

- 5- Chuquiraga erinacea
- 6- Cyclolepis genistoides
- 7- Neosparton aphyllum
- 8- Hyalis argentea
- 9- Atriplex lampa
- 10- Atriplex undulata
- 11- Allenrolfoea vaginata
- 12- Lycium tenuispinosum
- 13- Prosopis alpataco
- 14- Larrea divaricata
- 15- Larrea cuneifolia

**Estrato arbóreo:**

- 1- Geoffroea decorticans
- 2- Tamarix gallica

 **Fauna**

- **Autóctona**

**Fauna Avícola:**

Calandria, Hornero, Perdíz montaráz, Martineta copetona común, Chimango, Carancho, Halconcito gris, Cernícalo, Gavilán ceniciento, Gallareta de escudete amarillo, Gallareta de escudete rojo, Paloma turca, Paloma Torcaza o mediana, Tortolita, Loro barranquero del sur, Catita común, Catita serrana verde, Lechuzón del campo, Lechucita de las vizcacheras, Lechucita común, Buho, Ataja camino, dormilón cola larga, Carpintero real, Carpintero común chico, Caminera común, Benteveo común, Cachalote pardo, Viudita



común, Brasita de fuego, Siete colores, Ratona común, Diuca común, Siete cuchillos, Jilguero, Zorzal Negro, Tordo común, Gorrión, Cardenal, Cabecita negra, Loica común, Macá común, Badurria, Jote, Aguila de la flecha, Tagua, Chorlito, Chorlito pampa, Becacina, Urraca, Vencejo, Picaflor, Picaflor zumbón, Martín pescador, Ñandú, Tijereta, Coludo de la Patagonia, Coludo austral, Tontito, Cachudita, Golondrina, Loyca, pecho colorado, Corbatita gris, Chingolo de la sierra, Yal, Chingolo, Monterita de collar, Monteria canela, Tero-tero, Coludito cola negra,

### **Mamíferos:**

Comadreja overa: Murciélago común, Quirquincho chico o piche común, Peludo o quirquincho grande, Piche, Pichiciego, Liebre europea, Cuis mediano, Cuis chico, Vizcacha, Tunduche o tuco-tuco, Zorrino común, Hurón menor, Gato montés, Gato del pajonal, Zorro gris, Ratón de campo, Laucha colilarga bayo, Pericote común, Pericote panza gris, Jabalí europeo.

### **Saurios:**

Los Saurios encontrados en la zona son:

Lagartijas, Tortuga de tierra.

### **Anuros:**

Entre los anuros se destacan:

Sapo andino o Sapito, Sapo común, Ranita del monte, Rana criolla

### **Insectos y Arácnidos:**

Mariposas de diversos géneros, Arañas como la Viuda negra, Araña parda, Araña pollito, Vinchuca, Escarabajo pelotero, Cigarras, Mosca doméstica, Mosquitos, Hormigas negras, Avispas, Abejas

### Ofidios:

Entre los ofidios observados encontramos:

Culebra ratonera, Culebrita, Falsa coral, Víbora coral, Víbora de la cruz, Yarárá ñata,

- **Artificial**

Ganado bovino, Ganado caprino, Equinos, Burros, Gallinas, Pavos, Cerdos

### ➤ **MEDIO SOCIOCULTURAL ECONOMICO**

#### ✚ **Sistema territorial**

- **Delimitación de los distintos usos del suelo**

Figura 1

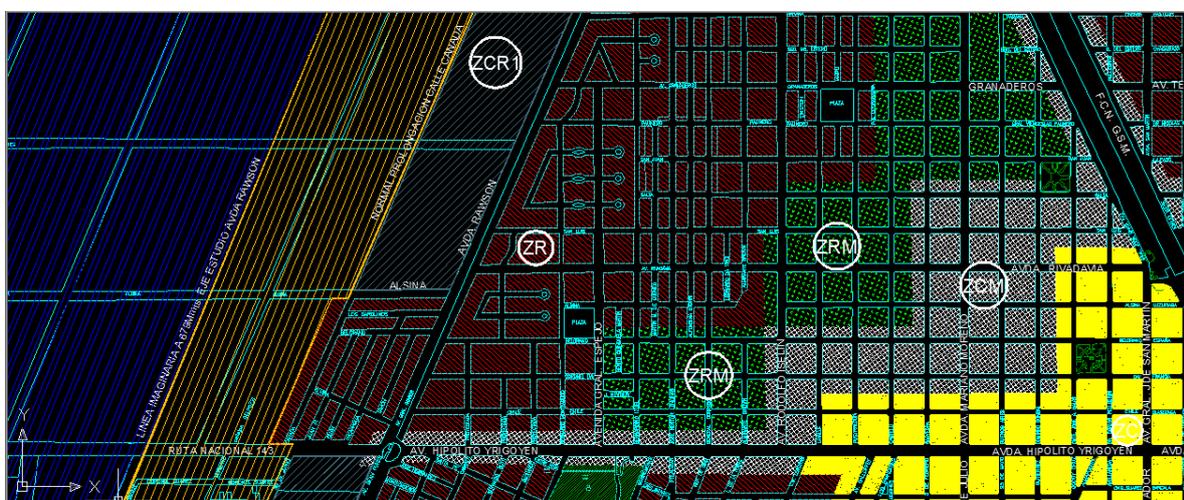


Figura 2



Figura 3

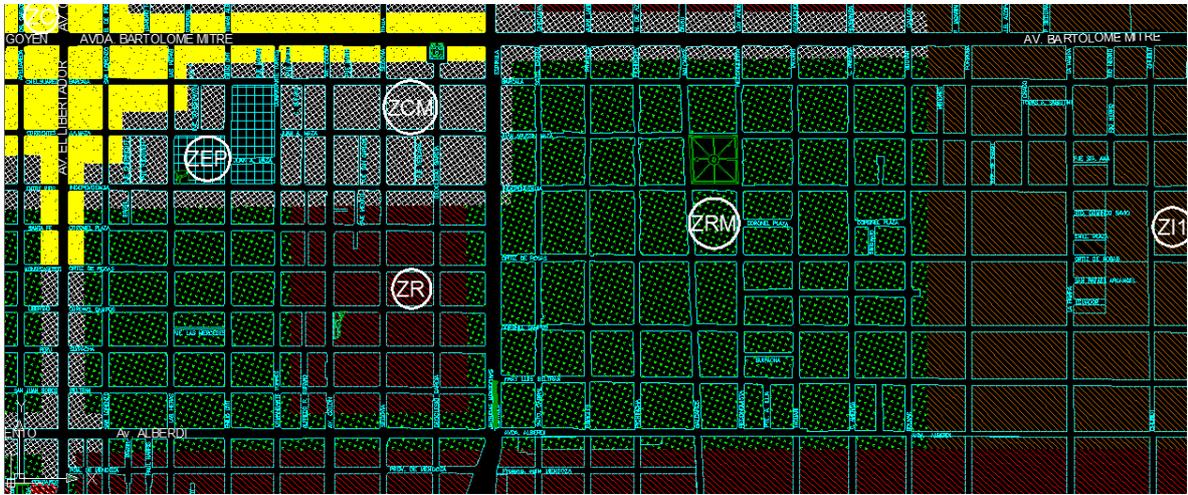
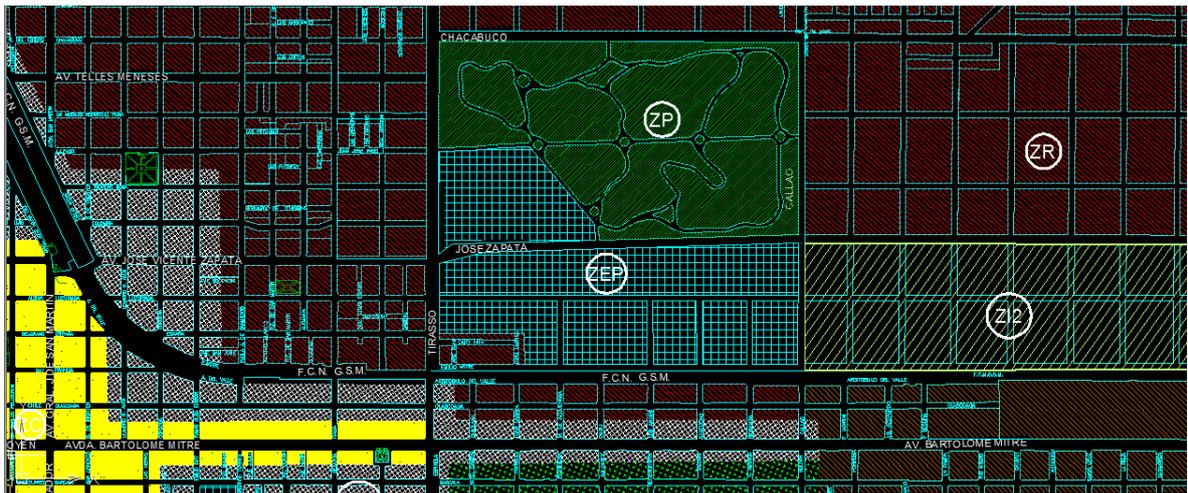


Figura 4



En las figuras anteriores se observa la actual distribución del radio urbano, en cuanto a su zonificación, de acuerdo a los distintos tipos de actividades que en ellas se permite.

ZCM: Zona Comercial Mixta

ZR: Zona Residencial

ZRM: Zona Residencial Mixta

ZI1: Zona Industrial Tipo 1

ZI2: Zona Industrial Tipo 2

## **Población**

### ○ **Distribución espacial**

Mendoza, provincia situada en el centro-oeste argentino, en la frontera con Chile, reproduce un patrón de asentamiento común a lo largo del eje de la cordillera de los Andes Centrales: ciudades medianas, localizadas al pie del sistema montañoso, en las zonas de contacto entre piedemontes y llanuras, que emergen por agudos procesos de concentración, estructurando un espacio productivo restringido a las ofertas de agua y suelo y basado en una economía de agricultura intensiva bajo riego que se desarrolla en oasis artificiales orientados a modelos agroindustriales.

La distribución de su población presenta un esquema que se polariza en subregiones geográficas: las zonas de cordilleras y las de llanuras; y, dentro de éstas últimas, las zonas bajo riego o de “oasis artificiales”, y las sin riego o de “desierto”. En principio, tal polarización se asienta en la ganancia de algunas zonas en detrimento de otras.



○ **Estructuras por edades y por sexo**

San Rafael es uno de los departamentos de mayor concentración poblacional, constituyendo el 11% del total provincial. La composición de la población sanrafaelina, refleja un panorama poco observado en los otros departamentos, es decir, hay mayor cantidad de mujeres que varones (excepto los departamentos de Guaymallén, Godoy Cruz y Las Heras, en los que se advierte la misma relación). La brecha de género 1,1 ratifica esta situación, al indicar que hay un 10% más de mujeres que varones.

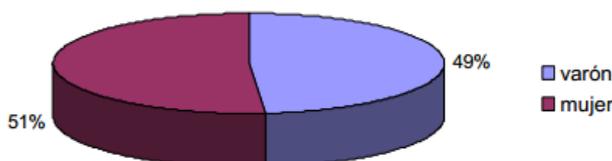
**Caracterización de la población por sexo.  
San Rafael Mendoza 2001**

Sexo	Total	%	Brecha de Género 1
Varón	83248	49%	1,1
Mujer	88162	51%	

1 Expresada como el cociente entre la cantidad total de mujeres y la cantidad total de varones. Dado que el valor 1,0 significa igual situación para mujeres y varones, la brecha 1,1 indica para el total de la población de San Rafael, que hay un 10% más de mujeres que varones.

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

**Caracterización de la población por sexo.  
San Rafael. Mendoza 2001**



Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

El 61% de la población se concentra en el grupo etario de 15 a 64 años, a su vez, en él se observa una supremacía femenina. El grupo de edad compuesto por la población mayor de 64 años, también registra una predominancia femenina. Contrariamente, la población más joven, es decir, los menores de 15 años, reportan una leve superioridad de varones. Esto nos está indicando que nacen más varones que mujeres, sin embargo, viven menos que las mujeres.

**Estructura de la población por sexo y grandes grupos de edad.  
San Rafael Mendoza 2001**

Grandes grupos	Total	%	Sexo			
			Varón	%	Mujer	%
	171410	100%	83248	49%	88162	51%
<b>0 a 14 años</b>	49412	100%	24978	51%	24434	49%
<b>15 a 64 años</b>	104006	100%	50373	48%	53633	52%
<b>65 años y más</b>	17992	100%	7897	44%	10095	56%

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001..

 **Patrimonio histórico y arqueológico**

Se consideran integrantes del patrimonio cultural de la provincia, todos aquellos bienes declarados patrimonio, de acuerdo con las leyes vigentes, que reportan un interés antropológico, histórico, arqueológico, artístico, artesanal, monumental, científico, educativo, tecnológico o espiritual, que significan un aporte relevante para el desarrollo cultural de Mendoza. También los son, todos aquellos bienes declarados dentro del territorio provincial por la Comisión Nacional de Museos, Monumentos y Lugares Históricos. Los bienes incluidos a continuación con declaratorias a nivel nacional, provincial y municipal se encuentran actualizados hasta julio de 2004. Fuente: María Cristina Ruiz: "Patrimonio Cultural" (Compilación 2004), publicación en trámite.



## Bienes declarados mediante Decretos Provinciales

Decreto N° 1520 - 18.07.89 - Ley N° 5424. (B.O. 18.07.89) Declárase Monumento Histórico a la Parroquia de la Villa 25 de Mayo del Dpto. de San Rafael.

### San Rafael

166

Ordenanza N° 3894/90. Declárese "Patrimonio Cultural Departamental", la "Casa Salas" en Cuadro Nacional y autoriza las gestiones para ser declarada Monumento Histórico Nacional.

Ordenanza N° 269/91-23.05.91. Declárese "Patrimonio Cultural Departamental", al solar donde vivieron el poeta y escritor Fausto Burgos, y su esposa Elena Catullo de Burgos, ubicada en la intersección de las calles Chile y Saavedra de nuestra ciudad, y conocida como "Casa de Elena y Fausto Burgos".

Resolución Municipal N° 177/93. Declarar Patrimonio Cultural del Departamento los siguientes bienes del Patrimonio Histórico de la Villa 25 de Mayo: Fuerte San Rafael del Diamante.

Plaza de Armas ubicada al Norte del solar del Fuerte.

Comandancia o Altillo cuyos vestigios se encuentran en Avda. Mitre y Colón.

Plaza Centenario-ubicada entre calles: Chacabuco, Maipú, Gdor. Ortega y Rivadavia.

Iglesia Parroquial Ntra. Sra. del Carmen ubicada en Chacabuco y Gdor. Ortega.

Cementerio

Resolución N° 1786/93 Declarar Patrimonio Histórico Ambiental del Departamento al sitio fundacional de San Rafael y adyacencias hoy Villa 25 de Mayo.

Ordenanza N° 4913/94. Declarar Patrimonio Cultural Departamental la Casa de la Cultura.

Ordenanza Municipal N° 5661/97. Declaratoria sobre edificios de FF.CC.

## Economía

### ○ Estudio de sectores económicos

El Producto Bruto Geográfico (PBG) teniendo en cuenta las características de los principales entramados productivos del territorio es el siguiente.

El principal componente del sector es la viticultura, luego le sigue la fruticultura, la actividad pecuaria, la horticultura y la olivicultura.

Una mayor demanda asociada a la mejora de los precios relativos del sector productor de bienes exportables (frutas y hortalizas), favorecida con el dólar más caro y una capacidad operativa ociosa de las instalaciones existentes permitieron un aumento de la producción en respuesta a las mayores demandas.

De las más de 60.000 hectáreas irrigadas en San Rafael se explotan más del 93 %, equivalentes al 20 % de la superficie cultivada provincial y al 75 % de la zona sur.

### **Sector Ganadero**

La ganadería bovina de San Rafael ocupa un lugar predominante, ya que posee aproximadamente el 31 % de las existencias ganaderas provinciales y también un valor cercano al 30 % de los suelos aptos para el desarrollo de esta actividad.

La actividad ganadera de cría del sur de la Provincia representa más del 70% de la actividad bovina total de la provincia.

La mayor superficie de la zona sur afectada a las explotaciones pecuarias está constituida por pastizales con una baja capacidad de sustentación animal; montes naturales y una reducida proporción de extensión ocupada por cultivos forrajeros anuales o perennes.



La actividad caprina se desarrolla sin inconvenientes en las épocas de sequía que soporta la región sin que su producción se vea fuertemente afectada.

## **Industrias**

En San Rafael, están establecidas diversas empresas agroindustriales que abarcan distintas actividades, entre ellas las conservas en general, desecados, jugos de fruta, sidras, sodas, etc.

La industria vitivinícola es importante en el departamento.

La actividad minera en el departamento se caracteriza por la producción de rocas de aplicación, también se explotan las Salinas del Diamante y en los últimos años se ha cesado con las extracciones del yacimiento de uranio Sierra Pintada. Hay pequeñas explotaciones de caolín, piedras de afilar y bentonita.

## **Turismo**

El Departamento de San Rafael, cuenta con atractivos turísticos importantes y por lo tanto es visitada por gran cantidad de turistas a lo largo de todo el año. A continuación, se muestra la evolución de la cantidad de visitantes en los distintos meses de los años 2000 al 2005, conociendo datos del 2006 que indican que no ha variado significativamente respecto al año 2005.

### *Explotaciones Agropecuarias*

#### *Viñedos*

En el departamento hay aproximadamente 3.537 viñedos, en un área cultivada que puede estimarse en el orden de las 19.519 ha. El 68% de los mismos (2.419) en predios menores de 5 ha, que ocupan un total de 6.007 ha, es decir el 31% de la superficie; el 21% en predios (752) entre 5 y 10 ha, que ocupan un total de 5.297 ha, esto es el 27% de la superficie; el 8% en predios (285) entre 10 y 25 ha, que ocupan 4.252 ha, es decir el 22% de la superficie; cerca de 2% en predios (57) entre 25 y 50 ha, que ocupan 1.920 ha, o sea el

10% de la superficie. Diecinueve viñedos se encuentran en predios entre 50 y 100 ha, ocupando un total de 1.387 ha, es decir el 7% de la superficie; y cinco en predios con 100 y más ha, que ocupan 656 ha.-

### *Fruticultura*

La superficie implantada con frutales se calculaba en 22.613 ha, en el año 1996; distribuidas en ciruela (8.935 ha), durazno (7.862), pera (2.082), damasco (1.270), olivo (1.116), membrillo (889), y otros (409) incluidos manzano, nogal, almendro, higuera, cerezo, castaño, avellano y frambuesa, etc.

### *Horticultura*

En hortalizas, las especies invernales en el departamento se calculan en unas 885ha. Principalmente ajo colorado (553 ha), cebolla temprana (86), ajo blanco (65), y otras como lechuga, zanahoria, papa y otras. Las especies hortícolas estivales se calculan en 1.047 ha. Principalmente tomate perita (422), cebolla valenciana (203), choclo (140), papa (116), zapallo coreano (60), melón (35), lechuga (28), zanahoria (14), tomate redondo (11), pimienta (12), sandía (5), y otras.

### *Ganadería*

La explotación ganadera no es muy importante en la zona, dividiéndose la actividad en ganadería de secano, y ganadería con pastoreo bajo riego.

## **Paisaje**

### Circuito del Río Atuel

El recorrido de este río de montaña por San Rafael ha creado atractivos naturales de extrema belleza. Montañas y cerros de colores y detalles imperdibles, lagunas, lagos, formaciones rocosas y en su recorrido una amplia oferta de servicios turísticos es lo que



propone. Es el circuito ideal para el turismo aventura. Se trata de un extenso accidente geográfico, más antiguo aún que la Cordillera de Los Andes, donde las esculturas naturales, talladas conjuntamente por el viento y el agua, constituyen una muestra viva de los orígenes del mundo.

### Circuito del Río Diamante

170

El Río Diamante nace en plena Cordillera de Los Andes y conforma una cuenca que ha sido aprovechada para la producción hidroeléctrica, que con sus cuatro centrales generan 300.000 kw/h. En su curso encontramos embalses en medio de los cerros, con el sello de las cristalinas aguas del río Diamante. Encontramos como atractivos en este circuito, la Villa 25 de Mayo, histórico paraje donde se fundó inicialmente la ciudad de San Rafael, el dique Galileo Vitale, el dique El Tigre donde existe un coto de pesca deportiva de truchas, embalse Los Reyunos de incomparable belleza y buenos servicios turísticos, y el embalse Agua del Toro ya entrando en cordillera.

### Circuito de Alta Montaña

Alta montaña en San Rafael y Malargüe, naturaleza que impacta, donde vivir experiencias únicas. Una zona de naturaleza agreste que permite desarrollar actividades al aire libre en un clima especial, campamentismo, trekking, cabalgatas en la cordillera, mountain bike, andinismo. Las empresas de turismo aventura ofrecen una variada gama de servicios en esta zona, y es recomendable utilizar los servicios de un guía de montaña.

### Ciudad de San Rafael

La ciudad ofrece un prolijo trazado urbano recorrido por avenidas y calles de veredas amplias y una forestación que la caracteriza regada por las típicas acequias. Ofrece servicios turísticos, culturales, financieros, de telecomunicaciones, gastronómicos, educativos y artísticos que potencian las ventajas de San Rafael como destino único, para disfrutar todo el año.

### Caminos del Vino

En San Rafael el Camino del Vino abre sus puertas a la tradición viñatera, recorriendo perfumados viñedos y prestigiosas bodegas, donde se pueden degustar exquisitos y reconocidos vinos.

Nuestro suelo de características excepcionales para el desarrollo de la vitivinicultura, un clima óptimo y las manos laboriosas, hicieron de San Rafael un vergel posicionado en el mercado nacional e internacional de vinos de indiscutida excelencia. Hoy, las bodegas de antaño han adaptado sus instalaciones para recibir turistas.

Encontramos 3 circuitos de los caminos del vino diferenciados por su dirección.

## ESTUDIO AMBIENTAL

### ➤ INTRODUCCIÓN

El proyecto “Reordenamiento Vial en Avenida Alberdi”, tiene un desarrollo lineal que abarca 3000 metros del sector sudeste de la ciudad de San Rafael. El trazado del mismo comienza en la intersección de Av. El Libertador y Av. Alberdi; continuando hacia el este por ésta última, hasta la intersección con calle Ignacio Sueta. En dicho proyecto se encuentra involucrado uno de los colectores principales de la ciudad, el cual está emplazado sobre el lado sur de la avenida en cuestión.



➤ **INVOLUCRADOS**

1. Conductores
2. Población aledaña.
3. Comerciantes.
4. Establecimientos educativos.
5. Dirección de hidráulica.
6. Dirección General de Irrigación.
7. Empresas de transporte público y privado.
8. Municipalidad.
9. Policía de Mendoza.
10. Cámara de comercio, Industria y Agropecuaria
11. Secretaría de Servicios Públicos – Dirección de transporte

➤ **ACCIONES**

En el presente proyecto y discriminado por las etapas que el mismo posee se realizarán las siguientes acciones:

**Fase de construcción**

1. Movimiento de suelos;
2. Accesos adicionales;
3. Transporte y extracción de materiales;
4. Movimiento de maquinaria pesada;
5. Vallado y circulación de vehículos;
6. Incremento de la mano de obra;



7. Áreas de servicio y zonas de descanso;
8. Disminución del tránsito;
9. Asfaltado y hormigonado de superficies;
10. Generación de residuos.

### **Fase de funcionamiento**

174

11. Incremento del tránsito y mayor fluidez;
12. Impermeabilización de superficies;
13. Mantenimiento;

### **Fase de abandono**

Se considera que, con la realización de un correcto mantenimiento, no habrá deterioro de las instalaciones fijas y por ende, nunca habrá un abandono de la obra.

### **Descripción de las acciones en la ETAPA DE CONSTRUCCION.**

#### **1. Movimiento de suelos:**

Hace referencia a las actividades relacionadas con la rotura, excavación y relleno tanto de asfalto existente, como del sector de banquetas para lograr los niveles proyectados para la construcción de la bici senda y la vía de cuatro carriles.

En ésta actividad será necesario el empleo de martillos neumáticos; motoniveladoras; palas cargadoras, retroexcavadoras, camiones volcadores y regadores entre otras menos relevantes.

Los materiales que utilizar serán áridos de canteras autorizadas, agua que será tomada de los cauces previa autorización del departamento general de irrigación. Para lo cual se adjunta la factibilidad.

## **2. Accesos adicionales:**

Tiene en cuenta la generación de alternativas de circulación para cuando se produzcan interrupciones en el tránsito. Podrán emplearse para esto, caminos existentes, sin necesidad de generar nuevos accesos.

## **3. Transporte y extracción de materiales:**

Se refiere al traslado de arena, ripio, tierra, asfaltos, agua, etc. Utilizados en la pavimentación y en las tareas previas como la realización de base y sub base. El equipamiento necesario para tal fin serán camiones regadores y volcadores; palas cargadoras.

## **4. Movimiento de maquinaria pesada:**

Aquí se tiene en cuenta el traslado de las maquinarias cuya distancia media a recorrer es de 10 km. Las arterias afectadas serán las calles Vélez Sarfield; Federico Cantoni; Juan XXIII; Av. Alberdi y calle Los Dos Álamos.

## **5. Vallado y circulación de vehículos:**

El mismo comprende el reordenamiento en la etapa de construcción, evitando el ingreso de conductores y demás que pudieran entorpecer las tareas y/o evitar distintos accidentes. Cabe aclarar que la interrupción del tránsito se efectuará en dos etapas, en una primera se afectará media calzada y una vez habilitada ésta se procederá a interrumpir la calzada restante.

## **6. Incremento de la mano de obra:**



Se hace referencia a los puestos de trabajos que se generarán con el surgimiento del proyecto. El periodo de ocupación será igual al tiempo que dure la obra, el cual se estima en 18 meses. Considerando un total de 60 puestos de trabajos.

#### **7. Áreas de servicio y zonas de descanso:**

Incluye la disposición de un obrador y estacionamiento de maquinaria, para evitar el traslado diario de las mismas.

Se prevé tres asentamientos distintos en lugares estratégicos de acuerdo al avance de la obra, para minimizar distancias, tiempo y gastos.

#### **8. Disminución del tránsito:**

La circulación se verá afectada y por lo tanto se estima que disminuirá debido a que los conductores creerán más conveniente tomar caminos alternativos para poder agilizar los tiempos. Aunque disminuya el tránsito, éste será conflictivo debido a la reducción de calzada y lugares de estacionamiento.

#### **9. Asfaltado y hormigonado de superficies:**

El asfaltado se realizará durante toda la traza de la vía, en el sector de banquetas, para generar la ampliación de la calzada. El hormigonado será sobre la superficie libre del colector existente; donde se generará una losa del tipo maciza sobre la cual se ubicará la ciclovía.

#### **10. Generación de residuos:**

Los tipos de residuos a generar por la ejecución del proyecto son casi en su totalidad del tipo inorgánico, como ser los restos de áridos, cementos, ladrillos, aceros; y una muy baja cantidad de origen orgánico.

En cuanto a los residuos domésticos, generados por el personal afectado a la obra, se gestionarán internamente y serán depositados para el posterior retiro a cargo del recolector municipal. El emprendimiento se localiza en zona ya servida por el servicio normal de recolección Municipal, por lo tanto no se considera necesario solicitar factibilidad de recolección cuando ya existe el mismo.

### **Descripción de las acciones en la ETAPA DE FUNCIONAMIENTO:**

177

#### **11. Incremento del tránsito y mayor fluidez:**

A diferencia de la etapa anterior se estima que la fluidez será mayor debido al aumento de carriles y plazas de estacionamientos disponibles. Éste aumento será más ordenado y fluido. A su vez, sucederá un incremento en el tránsito ya que será una alternativa a optar por aquellos que actualmente no utilizan la avenida por el conflicto.

#### **12. Impermeabilización de superficies:**

En ésta etapa el asfaltado de las superficies ha sido incrementada con respecto a la situación sin proyecto, por lo que se ve reducida la capacidad absorbente del terreno motivo por el cual se evalúa el colector aumentará su caudal. Es por esto que se deberán de proyectar alcantarillas para evacuar el agua hacia el colector debido a que éste se recubrirá.

#### **13. Mantenimiento:**

Se establecerá la concesión por parte del municipio hacia una empresa privada la cual se encargará del mantenimiento periódico de la traza. Ésta tarea no entorpecerá la normal circulación.

### **Descripción de las acciones en la ETAPA DE ABANDONO:**

#### **14. Desmantelamiento de partes fijas:**



Cabe aclarar que el tipo de proyecto no posee una vida útil definida, por lo que con un correcto mantenimiento se puede prescindir de ésta acción. Pero se ha considerado la posibilidad de recambio de algunos de los elementos, como ser luminarias, por ser obsoletas con el paso del tiempo.

➤ **DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS**

178

**Fase de construcción**

1) Movimiento de Suelo:

1-C) Aire: Se afecta a la calidad del mismo en cuanto a la cantidad de polvo en suspensión.

1-H) Servicios Urbanos: Se interrumpe la normal circulación del transporte público.

1-I) Sociocultural: Perjudica a la calidad de vida del vecindario, como así también se ven involucrados los consumidores, es decir, usuarios normales de la arteria, por lo que repercute de manera negativa en la aceptación ciudadana.

1-J) Económica: Al verse afectados los consumidores, repercute de manera directa en las actividades comerciales de la zona.

2) Accesos Adicionales:

2.H) Servicios Urbanos: Al modificar el trazado en dicha zona impacta directamente en la red vial y en el transporte público.

2.I) Socio-Cultural: En zonas residenciales incrementa el tránsito, por lo que se ve afectada la calidad de vida del vecindario. Por otra parte afecta a los consumidores que

deben tomar éstos accesos adicionales. Todo esto repercute en forma negativa en la aceptación ciudadana.

2.J) Económica: El tránsito por la arteria principal disminuye y esto repercute directamente en las actividades comerciales que allí se ofrecen.

3) Transporte y Extracción de Materiales:

3.H) Servicios Urbanos: El equipamiento utilizado para dicha tarea son de gran porte y circulan a velocidades bajas, entorpeciendo el tránsito del transporte público y la red vial en general. En caso de producirse desprendimiento de material transportado puede afectar a los vehículos que por allí circulan.

3.I) Sociocultural: El transporte del material extraído afecta principalmente al vecindario aledaño al lugar de extracción, el tipo de afectación es negativa debido al polvo en suspensión que genera.

3.J) Económica: Influye en el valor de la tierra sobre el lugar de extracción y alrededores, debido a que la misma pierde su valor mientras dura el proceso de extracción.

4) Movimiento de Maquinaria Pesada:

4.C) Aire: Al ser máquinas de gran envergadura, el movimiento de las mismas en ésta etapa genera un impacto negativo en cuánto al polvo en suspensión.

4.E) Suelo: Pueden producirse pérdidas de combustible o lubricantes que afecten al suelo, como así también las vibraciones de las mismas que pueden llegar a producir asentamientos diferenciados en el terreno.

4.H) Servicios Urbanos: El desplazamiento de estos equipos puede afectar la normal circulación vial incluida el transporte público.



5) Vallado y circulación necesaria:

5.H) Servicios Urbanos: Esta acción afecta a la red vial y al transporte público, debido a que en ocasiones se dispondrá de media calzada vallando la restante. Lo que generará inconveniente en el tránsito, tanto de día como de noche.

5.I ; 5.J) Socio-Cultural y Económico: Aquí se ve involucrada toda la población lindante al desarrollo del proyecto, ya que al verse afectado el tráfico de vehículos, disminuye la actividad comercial. También por el motivo de no poder circular se ve afectada la calidad de vida del vecindario y por esto disminuye la aceptación ciudadana.

7) Áreas de servicio y zonas de descanso:

7.B) Fauna: En éste lugar se generará el depósito de maquinaria, materiales e insumos utilizados en obra. Por lo cual se prevé que el mismo puede dar origen a la generación de distintos tipos de vectores en la zona.

7.C) Aire: Puede haber inconvenientes en cuanto la calidad del aire debido al humo que maquinarias y demás puedan ocasionar en el predio. También debe considerarse el polvo en suspensión por el tránsito de maquinarias, las cuales a su vez ocasionarán ruidos y vibraciones.

Han de tenerse en cuenta los olores que surjan, ya sea por causa del humo generado, o bien, por los distintos materiales que allí se utilicen.

7.E) Suelo: Para el emplazamiento del lugar de descanso y depósito de materiales es necesario erradicar las malezas, o capa vegetal de la zona, por lo que se verán afectadas las características edáficas y mecánicas. En caso de que se produzca un derrame de combustible y/o lubricante se puede producir la contaminación de este factor.

7.H) Servicios Urbanos: Se ve involucrado el servicio de energía eléctrica ya que se instalarán equipos de este tipo.

7.I) Sociocultural: La calidad de vida del vecindario puede alterarse como consecuencia del emplazamiento de éste área, producto de los ruidos, olores y molestias que generen las actividades en dicho lugar, ya que no son los propios de un área de residencial afectando la aceptación ciudadana.

8) Disminución del tránsito:

8.I) Sociocultural: Durante la realización de la obra, ésta acción traerá aparejada una disminución de las ventas en comercios o prestadores de servicios emplazados en la traza del proyecto, lo que va acompañado de molestias ocasionados en los comerciantes; no teniendo una buena aceptación por parte de ellos.

9) Asfaltado y hormigonado de superficies:

9.D) Agua: La acción de asfaltar puede producir inconvenientes en el agua del tipo pluvial-aluvional que circula por el colector, ya que se pueden producir derrames que afecten al mismo. Mientras que el hormigonado será una tarea de menor impacto por el tipo de materiales a utilizar. Cabe aclarar que la circulación de agua por el colector no se verá interrumpida durante el periodo de construcción.

10) Generación de residuos:

10.C) Sólo se tienen en cuenta aquellos orgánicos, los cuales generan olores, afectando la calidad del aire.

10.E) Los residuos inorgánicos que se depositen en el suelo producirán contaminación en el mismo.



### **Fase de funcionamiento**

#### 11) Incremento del tránsito y mayor fluidez:

11.C) Aire: Como consecuencia de este incremento se produce un aumento en la contaminación del aire por los humos de combustión de los automóviles, los que originan además ruidos y vibraciones.

11.I) Sociocultural: En zonas residenciales se produce una alteración en la calidad de vida como consecuencia de dicha acción.

#### 12) Impermeabilización de superficies:

12.C) Agua: Al disminuir la superficie absorbente, aumentará la cantidad de agua que escurre hacia el colector, produciendo un incremento del caudal y disminución de la calidad de este factor por el arrastre de sustancias contaminantes.

### ➤ **PLAN DE MITIGACIÓN**

#### **Fase de construcción:**

##### 1) Movimiento de Suelo:

1.D) Aire: Se garantizará el estado húmedo del suelo, de tal modo que permita el trabajo sobre el mismo y no afecte al vecindario. Para el mismo se dispondrá de un camión regador a intervalos regulares de tiempo para el regado.

1.G) Estructura Urbana: Todo el material sobrante se recolectará periódicamente evitando la acumulación del mismo por tiempos prolongados, para ello se utilizarán camiones bateas y palas cargadoras.

1.H-I-J) Servicios Urbanos; Sociocultural y Económico: La acción se llevará a cabo en tramos no superiores a 100 metros, procediendo primero al levantamiento de media calzada para permitir la circulación por la calzada restante produciendo los menores inconvenientes posibles y en el menor tiempo posible.

Se planificarán los movimientos de suelos y excavaciones avisando con anticipación sobre las calles y viviendas cuyos accesos queden interrumpidos. Además, se construirán pasos peatonales frente a las viviendas que queden afectadas.

Se coordinará con los vecinos y el municipio la recolección de los residuos de las cuadras interrumpidas.

2) Accesos Adicionales:

2.H-I-J) Servicios Urbanos - Sociocultural y Económico: Se señalarán éstos caminos para lograr un ordenamiento vehicular sin producir consecuencias en el entorno.

3) Transporte y Extracción de Materiales:

3.D) Agua: Se procurará utilizar la menor cantidad de agua posible y aquella que se extraída será de los cauces autorizados por irrigación.

3.J) Económica: La extracción de áridos se realizará en canteras habilitadas para tal fin, las cuales procuren dejar el suelo explotado en correctas condiciones.

3.H) Servicios Urbanos: Se establecerán horarios donde el flujo de tránsito sea menor, para el transporte de los distintos materiales, los cuales no entorpezcan la circulación en la vía pública.



3.I) Sociocultural: El transporte genera polvo en suspensión, lo que se mitigará con camiones regadores que se encargarán de mantener con condiciones de humedad las calles que así lo necesiten.

4) Movimiento de Maquinaria Pesada:

4.C-E) Aire y Suelo: Las medidas de mitigación representan acciones para contrarrestar el polvo en suspensión, las cuales han sido descriptas con anterioridad.

Los vehículos y equipos se conservarán en buen estado mecánico y de carburación, de manera de evitar las emisiones de gases, humos y ruidos; como así también impedir al máximo los derrames de combustibles y/o lubricantes que pueden afectar al ambiente. Realzándose el mantenimiento de los mismos fuera del área de proyecto.

4.H) Servicios Urbanos: En lo que refiere al traslado de las maquinarias por la vía pública se establecerán horarios en los cuales el tránsito sea el mínimo, de modo de no entorpecer la normal circulación.

Se adoptarán medidas especiales para el movimiento de vehículos dentro del área de trabajo con el objeto de minimizar la posibilidad de accidentes de tránsito.

5) Vallado y circulación necesaria:

5.H-I) Servicios Urbanos y Sociocultural: Para minimizar los efectos ambientales se señalarán debidamente los sitios de peligro con el objetivo de evitar accidentes. Se utilizarán carteles con señales preventivas, vallas que indiquen variaciones de tránsito, barreras, conos o cualquier otro dispositivo para brindar mejores condiciones de seguridad.

Durante la noche la señalización se realizará con balizas eléctricas, donde estén las zonas de peligro para minimizar los accidentes.

5.J) Económica: Por lo antes expuesto se genera un impacto negativo sobre las actividades comerciales que allí se desarrollan.

7) Áreas de servicio y zonas de descanso:

7.E-I) Suelo y Sociocultural: Las zonas destinadas a descanso y servicio se localizarán en un espacio que ya haya sido utilizado, cuidando de no ubicarlo en lugares destinados a espacios verdes, a lugares de recreación y alejados de las viviendas y comercios, a fin de evitar molestias al vecindario, se verificará el correcto tratamiento de líquidos cloacales que se producen por el uso de sanitarios para el personal y así evitar riesgos sobre los trabajadores, el entorno y el suelo.

7.B) Fauna: Ante la posibilidad del desarrollo de vectores, se realizarán desinfecciones periódicas, para evitar éstos inconvenientes.

7.C) Aire: Para evitar el polvo en suspensión se realizará el riego de manera periódica, para mantener la superficie en estado húmedo. En cuanto a los humos generados por las distintas maquinarias, se evitarán con el mantenimiento y conservación de los vehículos en cuanto a mecánica y carburación.

7.H) Servicios Urbanos: Se ve involucrado el servicio de energía eléctrica ya que se instalarán equipos de este tipo.

8) Disminución del tránsito:



8.I-J) Sociocultural y Económico: La obra se llevará a cabo de manera estricta, de modo de cumplir con los plazos establecidos en la etapa de proyecto, asegurando no prolongar los tiempos de obra.

9) Asfaltado y hormigonado de superficies:

9.D) Agua: Para evitar la contaminación del agua del colector por el posible derrame de asfalto, se procederá a realizar en primera instancia el cierre del colector con losa maciza de hormigón, por tramos, según se ha previsto. Y el asfaltado se realizará indefectiblemente en los sectores donde ya se encuentre cubierto el colector.

10) Generación de residuos:

10.C) Aire: Los residuos orgánicos, generados por el personal afectado a la obra, se gestionarán internamente y serán depositados para el posterior retiro a cargo del recolector municipal. El emprendimiento se localiza en zona ya servida por el servicio normal de recolección Municipal, por lo tanto, no se considera necesario solicitar factibilidad de recolección cuando ya existe el mismo.

10.E) Suelo: Los residuos generados en obra se tratarán especialmente, depositándolos en contenedores metálicos provistos por las empresas autorizadas por el municipio.

**Fase de funcionamiento**

11) Incremento del tránsito y mayor fluidez:

11.B) Fauna: En lugares donde el trazado se permita se colocarán guardarrail, para evitar el ingreso de animales sueltos a la vía pública.

11.I) Sociocultural: Se buscará que el funcionamiento y por ende, la circulación sea armoniosa y fluida, para no producir inconvenientes que alteren el modo de vida de las

personas. Debido al aumento en el número de carriles y la generación de nuevos espacios de estacionamiento.

12) Impermeabilización de superficies:

12.D) Agua: Se realizará el cálculo pluviométrico correspondiente, para poder contener las máximas esorrentías que la cuenca pudiera aportarle. Además, estará provisto de válvulas que permitan las fugas en caso que el caudal supere el máximo calculado. En cuanto al arrastre de materiales sólidos hacia el colector se dejarán previstos ingresos al colector, para realizar tareas de limpieza y mantenimiento.



➤ **MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL**

**Matriz de Evaluación**

ACCIONES FACTORES		A	B	C	D	E	F									
		MEDIO BIOTICO					MEDIO ABIOTICO									
		FLORA		FAUNA			AIRE			AGUA		SUELO				
		Autoctona	Agricultura	Autoctona	No Autoctona	Vectores	Calidad del aire	Ruidos y Vibraciones	Olores	Superficial	Subterránea	Pluvial - aluvional	Características edáficas	Características mecánicas	Contaminación del suelo	Paisaje
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>																
1	Movimiento de suelos (Relleno, compactación, excavación y retiro de)	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2	4 2	0 0	2 1	2 1	0 0	0 0	0 0	1 2	4 2
2	Accesos adicionales	0 0	1 2	0 0	0 0	0 0	1 2	1 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 2
3	Transporte y extracción de materiales	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 1	2 2	0 0	2 2	1 1	0 0	2 1	2 1	2 1	1 1
4	Movimiento de máquinas pesadas	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 1	1 1	1 1
5	Vallado y circulación de vehículos	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1
6	Incremento de la mano de obra	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
7	Areas de servicio y zonas de descanso	0 0	0 0	0 0	0 0	1 2	1 1	2 2	2 2	2 1	2 1	0 0	2 1	1 1	4 1	2 2
8	Disminución del tránsito	0 0	0 0	0 0	1 1	0 0	4 8	4 2	1 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2	1 1
9	Asfaltado y hormigonado de superficies	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 8	2 2	0 0	2 2	2 2	2 2
10	Generación de residuos	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2	0 0	0 0	0 0	0 0	2 0	4 1	1 1

ACCIONES FACTORES		A	B	C	D	E	F									
		MEDIO BIOTICO					MEDIO ABIOTICO									
		FLORA		FAUNA			AIRE			AGUA		SUELO				
		Autoctona	Agricultura	Autoctona	No Autoctona	Vectores	Calidad del aire	Ruidos y Vibraciones	Olores	Cantidad y calidad del agua	Cantidad y calidad del agua	Pluvial - aluvional	Características edáficas	Características mecánicas	Contaminación del suelo	Paisaje
<b>ETAPA DE FUNCIONAMIENTO</b>																
11	Incremento del tránsito y mayor fluidez	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2	2 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1
12	Impermeabilización de superficies	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	0 0	1 1	0 0	0 0	0 0	2 8
13	Mantenimiento	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0



ACCIONES FACTORES		G		H				I				J			
		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL													
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA			
		Cambios en el uso del suelo	Desarrollos urbanos	Agua Potable	Red cloacal	Energía Eléctrica	Red vial	Transporte Público	Calidad de vida del vecindario	Consumidor	Aceptación ciudadana	Reliquias históricas o	Población, nivel de empleo,	Actividades afectadas, comercio zonal	Valor de la tierra
<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>															
1	Movimiento de suelos (Relleno, compactación, excavación y retiro de material)	1 1	0 0	0 0	0 0	0 0	4 4	2 4	2 2	2 2	2 2	0 0	2 2	4 2	0 0
2	Accesos adicionales	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2	1 2	2 2	2 2	2 2	0 0	1 2	4 2	0 0
3	Transporte y extracción de materiales	4 1	2 2	0 0	0 0	0 0	4 1	2 1	2 2	0 0	0 0	0 0	2 2	0 0	2 1
4	Movimiento de máquinas pesadas	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 1	4 1	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	0 0	0 0
5	Vallado y circulación de vehículos	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 2	2 2	2 2	2 2	2 1	0 0	0 0	2 2	0 0
6	Incremento de la mano de obra	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	2 2	12 8	0 0	2 2	2 2	0 1
7	Áreas de servicio y zonas de descanso	0 0	0 0	0 0	0 1	1 0	0 0	0 0	4 1	0 0	2 1	0 0	1 1	0 0	0 0
8	Disminución del tránsito	0 0	4 4	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2	4 4	4 4	2 2	0 0	2 2	2 2	4 4
9	Asfaltado y hormigonado de superficies	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 2	0 0	0 0
10	Generación de residuos	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

ACCIONES FACTORES		G		H				I				J			
		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL													
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA			
		Cambios en el uso del suelo	Desarrollos urbanos	Agua Potable	Red cloacal	Energía Eléctrica	Red vial	Transporte Público	Calidad de vida del vecindario	Consumidor	Aceptación ciudadana	Reliquias históricas o	Población, nivel de empleo,	Actividades afectadas, comercio zonal	Valor de la tierra
<b>ETAPA DE FUNCIONAMIENTO</b>															
11	Incremento del tránsito y mayor fluidez	0 0	1 1	0 0	0 0	0 0	12 8	2 2	1 1	2 2	1 1	0 0	1 1	1 1	2 2
12	Impermeabilización de superficies	12 2	0 0	0 0	0 0	0 0	12 8	2 2	1 1	1 1	4 2	0 0	0 0	2 2	0 0
13	Mantenimiento	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	0 0	0 0	0 0	1 1	0 0	2 2	0 0	0 0



**Matriz de Resultados**

ACCIONES FACTORES		A		B			C			D			E		F	
		MEDIO BIOTICO						MEDIO ABIOTICO								
		FLORA		FAUNA			AIRE			AGUA			SUELO		Paisaje	
		Autoctona	Agricultura	Autoctona	No Autoctona	Vectores	Calidad del aire	Ruidos y Vibraciones	Olores	Cantidad y calidad del agua	Cantidad y calidad del agua	Pluvial - aluvional	Características edáficas	Características mecánicas		Contaminación del suelo
<b>ETAPA DE CONSTRUCCION</b>																
1	Movimiento de suelos (Relleno, compactación, excavación y retiro de)	0	0	0	0	0	-13	-21	0	-13	-13	0	0	0	-15	-24
2	Accesos adicionales	0	-10	0	0	0	-10	-11	0	0	0	0	0	0	0	-11
3	Transporte y extracción de materiales	0	0	0	0	0	-11	-14	0	-18	-13	0	-16	-16	-16	-9
4	Movimiento de máquinas pesadas	0	0	0	0	0	0	-10	0	0	0	0	0	-12	-13	-9
5	Vallado y circulación de vehículos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-9
6	Incremento de la mano de obra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Areas de servicio y zonas de descanso	0	0	0	0	-11	-7	-14	-14	-12	-12	0	-12	-9	-20	-14
8	Disminución del tránsito	0	0	0	13	0	36	24	13	0	0	0	0	0	16	13
9	Asfaltado y hormigonado de superficies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-36	16	0	16	13
10	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	-14	0	0	0	0	0	-10	-18

ACCIONES FACTORES		A		B			C			D			E		F	
		MEDIO BIOTICO						MEDIO ABIOTICO								
		FLORA		FAUNA			AIRE			AGUA			SUELO		Paisaje	
		Autoctona	Agricultura	Autoctona	No Autoctona	Vectores	Calidad del aire	Ruidos y Vibraciones	Olores	Cantidad y calidad del agua	Cantidad y calidad del agua	Pluvial - aluvional	Características edáficas	Características mecánicas		Contaminación del suelo
<b>ETAPA DE FUNCIONAMIENTO</b>																
11	Incremento del tránsito y mayor fluidez	0	0	0	0	0	-18	-18	0	0	0	0	0	0	0	-13
12	Impermeabilización de superficies	0	0	0	0	0	0	0	0	-13	0	-13	0	0	0	30
13	Mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



ACCIONES FACTORES		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL														
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA				
		Cambios en el uso del suelo	Desarrollos urbanos	Agua Potable	Red cloacal	Energia Electrica	Red vial	Transporte Publico	Calidad de vida del vecindario	Consumidor	Aceptacion ciudadana	Reliquias historicas o	Poblacion, nivel de empleo	Actividades afectadas, comercio zonal	Valor de la tierra	Ingresos Publicos
<b>ETAPA DE CONSTRUCCION</b>																
1	Movimiento de suelos (Relleno, compactación, excavación y retiro de material)	-13	0	0	0	0	-24	-18	-14	-14	-14	0	14	-20	0	0
2	Accesos adicionales	0	0	0	0	0	-14	-11	-13	-13	-14	0	11	-20	0	0
3	Transporte y extracción de materiales	-22	-14	0	0	0	-17	-10	-13	0	0	0	14	0	-12	0
4	Movimiento de máquinas pesadas	0	0	0	0	0	-18	-16	0	0	0	0	9	0	0	0
5	Vallado y circulación de vehículos	0	0	0	0	0	-20	-13	-13	-13	-10	0	0	-13	0	0
6	Incremento de la mano de obra	0	0	0	0	0	0	0	7	14	56	0	14	14	0	7
7	Areas de servicio y zonas de descanso	0	0	0	0	-7	0	0	-17	0	-10	0	7	0	0	0
8	Disminución del tránsito	0	28	0	0	0	0	16	-28	28	-14	0	16	16	22	28
9	Asfaltado y hormigonado de superficies	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
10	Generación de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ACCIONES FACTORES		MEDIO SOCIO - ECONOMICO - CULTURAL														
		ESTRUCTURA URBANA		SERVICIOS URBANOS				SOCIO - CULTURAL				ECONOMICA				
		Cambios en el uso del suelo	Desarrollos urbanos	Agua Potable	Red cloacal	Energia Electrica	Red vial	Transporte Publico	Calidad de vida del vecindario	Consumidor	Aceptacion ciudadana	Reliquias historicas o	Poblacion, nivel de empleo	Actividades afectadas, comercio zonal	Valor de la tierra	Ingresos Publicos
<b>ETAPA DE FUNCIONAMIENTO</b>																
11	Incremento del tránsito y mayor fluidez	0	13	0	0	0	60	18	-13	18	13	0	13	13	18	0
12	Impermeabilización de superficies	48	0	0	0	0	60	18	13	13	20	0	0	0	18	0
13	Mantenimiento	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	0	12	0	0	0



➤ **PLAN DE CONTINGENCIAS:**

Es un conjunto de medidas para prevenir y controlar las consecuencias de situaciones eventuales y transitorias sobre la salud de la población y los ecosistemas.

Se considera como una situación eventual y transitoria, es decir fuera de operación normal, aquella que pone en riesgo la salud de la población o el ambiente.

Las contingencias se clasifican en:

▪ De baja intensidad (A):

Cuando el fenómeno se presenta de forma eventual, por un período corto de tiempo y no afecta de manera importante la salud de las personal ni el ambiente, además puede ser superado de manera casi inmediata.

▪ De media intensidad (B):

Son aquellas que se presentan cuando el fenómeno además de las consecuencias físicas en el ambiente subsiste por un período de tiempo que representa un riesgo gradual e inminente para la integridad de las personas.

▪ De alta intensidad (C):

Se presentan cuando la contingencia, de acuerdo a su naturaleza, es capaz de afectar gravemente la salud de las personas y causar daños importantes al medio ambiente alterando algunos ecosistemas.

El Plan de Contingencia se iniciará con el aviso de la ocurrencia de un siniestro, el medio a utilizar para dar aviso de un incidente puede ser directo o indirecto.

Ocurrido cualquier accidente se deberá dar aviso a la Autoridad de Aplicación antes de las 12 h de ocasionado, especificando en Planilla el grado de riesgo del mismo.

▪ Contingencias Probables en el Proyecto:

Se han de considerar los incidentes probables de ocurrir dentro del trazado del proyecto. Se consideran incidentes hipotéticos y se detallan los Planes de Actuación para su control.

INCIDENTE	RECURSOS AFECTADOS	INSTALACIONES AFECTADAS	ETAPA DEL PROYECTO
<b>MOVIMIENTO SÍSMICO</b>	Personas – Suelo - Instalaciones	Materiales e instalaciones edilicias	Construcción
<b>INCENDIO</b>	Personas – Suelo - Instalaciones	Materiales e instalaciones edilicias	Construcción
<b>ACCIDENTE CON VEHÍCULOS</b>	Personal – Equipamiento - Vehículos	Infraestructura edilicia Vehículos y máquinas	Construcción
<b>ACCIDENTE METEOROLÓGICO</b>	Personal – Suelo - Instalaciones	Infraestructura edilicia e Instalaciones	Construcción - Funcionamiento
<b>VIENTOS</b>	Personal – Equipamiento - Instalaciones	Infraestructura edilicia e Instalaciones	Construcción - Funcionamiento
<b>VERTIDO DE LÍQUIDOS</b>	Personal – Equipamiento - Instalaciones - Agua	Infraestructura Vehículos y máquinas	Construcción
<b>VUELCO RESIDUOS PELIGROSOS</b>	Personal – Equipamiento - Instalaciones	Infraestructura Vehículos y máquinas	Construcción
<b>ROTURA REDES EXISTENTES</b>	Personal – Equipamiento - Instalaciones - Vehículos	Infraestructura Vehículos y máquinas	Construcción

A continuación se detallan en cuadros, resúmenes de las características de las contingencias antes mencionadas y de la clasificación según su gravedad:



*CONTINGENCIA MOVIMIENTO SÍSMICO:*

INCIDENTE	GRADO	ACCIONES	PERSONAL AFECTADO
Movimiento Sísmico de escasa intensidad sin afectación de instalaciones	A	Medidas de protección a los ocupantes	- Encargado
Movimiento Sísmico de mediana magnitud con afectación leve del edificio	B	Corte de energía. Medidas de protección a los ocupantes. Aviso a las autoridades, Plan de Evacuación.	- Encargado - Bomberos
Movimiento Sísmico de gran magnitud, con accidentados y afectación severa del edificio	C	Corte de energía. Medidas de protección a los ocupantes. Aviso a las Autoridades, Bomberos y Defensa Civil. Plan de evacuación	- Encargado - Bomberos - Defensa Civil

*CONTINGENCIA INCENDIO:*

INCIDENTE	GRADO	ACCIONES	PERSONAL AFECTADO
Principio de incendio con mínima posibilidad de afectación de instalaciones	A	Corte de energía. Extinción del siniestro con equipo móvil	- Encargado - Guardia
Incendio de mediana magnitud con accidentados y afectación de vecinos a la Obra	B	Corte de energía. Extinción de siniestro. Aviso a las autoridades, Plan de Evacuación.	- Encargado - Guardia - Bomberos
Incendio descontrolado de gran magnitud, con afectación de sectores poblados	C	Corte de energía. Extinción del Siniestro. Aviso a las Autoridades, Bomberos y Defensa Civil. Plan de evacuación	-Encargado - Guardia -Bomberos -Defensa Civil



*CONTINGENCIA ACCIDENTE CON VEHÍCULOS:*

INCIDENTE	GRADO	ACCIONES	PERSONAL AFECTADO
Con participación de terceros y sin heridos, con contusiones leves.	A	Aviso a la jefatura correspondiente. Aviso a la compañía de Seguro.	- Encargado - Guardia
Con participación de terceros y heridos leves	B	Aviso a la jefatura correspondiente. Aviso a la Compañía de Seguro.	- Encargado - Guardia -CEO
Con participación de terceros, heridas graves o fatales.	C	Señalización del lugar. Primeros auxilios. Traslados de heridos. Aviso a la jefatura correspondiente. Aviso a la Compañía de Seguro.	- Encargado - Guardia -Defensa Civil -CEO



*CONTINGENCIA CLIMATICA:*

196

INCIDENTE	GRAD O	ACCIONES	PERSONAL AFECTADO
<b>Lluvias de menor intensidad pero con riesgo laboral</b>	<b>A</b>	Suspender actividades. Equipo adecuado para el personal.	- Encargado
<b>Lluvias intensas con afectación de personal y equipos.</b>	<b>B</b>	Suspender actividades. Equipo adecuado para el personal. Corte de energía.	-Encargado
<b>Aluvión, con afectación de personal y equipos.</b>	<b>C</b>	Procedimientos de agrupamiento personal. Corte de energía.	-Encargado -CEO -Defensa Civil

*CONTINGENCIA VIENTOS:*

INCIDENTE	GRADO	ACCIONES	PERSONAL AFECTADO
Vientos de menor intensidad pero con riesgo laboral	A	Suspender actividades. Ponerse a resguardo. Equipo adecuado para el personal.	- Encargado
Vientos intensos con afectación de personal y equipos.	B	Suspender actividades. Ponerse a resguardo. Equipo adecuado para el personal. Corte de energía.	-Encargado
Vientos huracanados, con afectación de personal y equipos.	C	Procedimientos de agrupamiento del personal. Corte de energía. Resguardo inmediato de personas en los sitios internos de seguridad.	-Encargado -CEO -Defensa Civil

*CONTINGENCIA VERTIDO DE LÍQUIDOS:*

INCIDENTE	GRADO	ACCIONES	PERSONAL AFECTADO
Vertido menor, sin consecuencias.	A	Suspender actividades. Limpieza. Equipo adecuado para el personal.	- Encargado - Guardia
Vertido importante con afectación de personal y equipos.	B	Suspender actividades. Ponerse a resguardo. Equipo adecuado para el personal. Corte de energía.	- Encargado - Guardia
Vertido de gran magnitud con afectación severa de equipos e instalaciones y consecuencias graves o fatales para el personal.	C	Señalización del lugar. Traslados de heridos. Aviso a la jefatura correspondiente. Aviso a la Compañía de Seguro.	- Encargado - Guardia - CEO -Defensa Civil



*CONTINGENCIA VUELCO RESIDUOS PELIGROSOS (en colector Alberdi):*

INCIDENTE	GRADO	ACCIONES	PERSONAL AFECTADO
<b>Vuelco menor, sin consecuencias.</b>	A	Suspender actividades. Limpieza. Equipo adecuado para el personal.	- Encargado - Guardia -Dirección de hidráulica
<b>Vuelco importante con afectación de personal y equipos.</b>	B	Suspender actividades. Ponerse a resguardo. Equipo adecuado para el personal. Corte de energía.	- Encargado - Guardia -Dirección de hidráulica
<b>Vuelco de gran magnitud con afectación severa de equipos e instalaciones y consecuencias para el personal graves o fatales.</b>	C	Señalización del lugar. Traslados de heridos. Aviso a la jefatura correspondiente. Aviso a la Compañía de Seguro.	- Encargado - Guardia - CEO -Defensa Civil -Dirección de hidráulica

*CONTINGENCIA ROTURA REDES EXISTENTES (AGUA-GAS-ELÉCTRICA):*

INCIDENTE	GRADO	ACCIONES	PERSONAL AFECTADO
<b>Rotura menor, sin consecuencias.</b>	A	Suspender actividades. Equipo adecuado para el personal. Aviso a la jefatura correspondiente. Aviso a la compañía de Seguro.	- Encargado - Guardia
<b>Rotura importante con afectación de personal y equipos.</b>	B	Suspender actividades. Ponerse a resguardo. Equipo adecuado para el personal. Corte de energía. Aviso a la jefatura correspondiente. Aviso a la Compañía de Seguro.	- Encargado - Guardia
<b>Rotura de gran magnitud con afectación severa de equipos e instalaciones y consecuencias para el personal graves o fatales.</b>	C	Señalización del lugar. Primeros auxilios. Traslado de heridos. Aviso a la jefatura correspondiente. Aviso a la Compañía de Seguro.	-CEO - Encargado - Guardia

*ROL DE LLAMADAS:*

IDENTIFICACIÓN	TELÉFONO
Bomberos	100 - 911
CEO	101 - 911
Emergencias Médicas	911
Defensa Civil (Municipalidad)	103 - 911
AYSAM	0810-777-2482
EDEMSA	0800-333-3672
ECOGÁS	0810-999-8000

➤ **PLAN DE MONITOREO:**

Se llevará a cabo el mismo incluyendo las siguientes mediciones:

- **Ruidos:**

Se realizarán mediciones del mismo antes del proyecto y durante la etapa de construcción y funcionamiento, para evaluar los resultados de los mismos y verificar que este indicador no supere el establecido en la ordenanza municipal correspondiente.

- **Accidentes de tránsito:**

Se verificarán la estadística existente la cantidad de los mismos, previo a la realización del proyecto. Durante la etapa de funcionamiento se realizarán estadísticas en



períodos similares de tiempo para poder comparar los resultados de ambas y comprobar la eficacia del proyecto para disminuir la cantidad de accidentes de tránsito.

- **Caudal medio anual del colector y nivel de contaminantes:**

Serán llevadas a cabo por la autoridad de aplicación correspondiente, en este caso, el Departamento General de Irrigación y/o Dirección de Hidráulica. Estas mediciones serán realizadas con una periodicidad semestral, y en ningún caso deben superar los límites máximos aceptados por la reglamentación vigente.

Mientras que la medición del caudal de agua pluvio-aluvional se llevará a cabo para controlar que no se supere el caudal de cálculo. Éste último será tenido en cuenta para determinar la profundidad necesaria para cubrir el colector.

#### p) DIMENSIÓN JURÍDICO-LEGAL

En el presente proyecto tendrá un marco legal amplio, incluyendo varias normativas, tanto a nivel nacional, provincial y local, por encontrarse involucradas instituciones y entidades de distintas jurisdicciones. A este aspecto se le debe adicionar, que el proyecto contempla expropiaciones de viviendas y terrenos, lo que implica un análisis jurídico-legal específico de esta temática.

Se identifican las siguientes normativas:

- **Ley de obras públicas de la provincia de Mendoza - N° 4416**

Esta ley será aplicada a las construcciones, conservaciones, instalaciones, modificaciones, restauraciones, servicios de Industria y trabajos en general, que realizare la Provincia y sus municipalidades, por si o por intermedio de sus entes centralizados, descentralizados o autárquicos, cualquiera sea el origen de los fondos que se inviertan y el destino de la obra,

salvo convenio con otros organismos estatales que establezcan otro régimen legal oficial. También será aplicada en esos casos a las sociedades anónimas de capital mayoritario estatal, a las sociedades del Estado, a las sociedades de economía mixta y a las empresas del Estado, cuando alguna disposición legal así lo determine o lo resuelvan sus órganos competentes.

- **Ley de preservación del medio ambiente - N° 5961**

Esta ley tiene por objeto la preservación del ambiente en todo el territorio de la provincia de Mendoza, a los fines de resguardar el equilibrio ecológico y el desarrollo sustentable, siendo sus normas de orden público.

La preservación, conservación, defensa y mejoramiento del ambiente, a los efectos de esta ley, comprende:

- a) El ordenamiento territorial y la planificación de los procesos de urbanización, poblamiento, industrialización, explotación minera y agrícola ganadera y expansión de fronteras productivas, en función de los valores del ambiente;
- b) La utilización racional del suelo, atmósfera, agua, flora, fauna, gea, paisaje, fuentes energéticas, y demás recursos naturales en función de los valores del ambiente;
- c) La creación, protección, defensa y mantenimiento de áreas y monumentos naturales, refugios de vida silvestre, reservas forestales, faunísticas, y de uso múltiple, cuencas hídricas protegidas, áreas verdes de asentamiento urbano y/o cualquier otro espacio que conteniendo suelos y/o masas de agua con flora y fauna nativas, seminativas o exóticas y/o estructuras geológicas, elementos culturales o paisajes, merezca ser sujeto a un régimen de especial gestión y administración;
- d) La orientación, fomento y desarrollo de iniciativas públicas y privadas que estimulen la participación ciudadana en las cuestiones relacionadas con el ambiente;
- e) La orientación, fomento y desarrollo de estudios e investigaciones ambientales;



- f) El control, reducción o eliminación de factores, procesos, actividades o componentes del medio que ocasionen o puedan ocasionar perjuicios al ambiente, a la vida del hombre y a los demás seres vivos;
- g) La coordinación de las obras y acciones de la administración pública y de los particulares en cuanto tengan vinculación con el ambiente;
- h) La orientación, fomento y desarrollo de procesos educativos y culturales a fin de promover la preservación, defensa y mejoramiento del ambiente,
- i) Toda otra actividad que se considere necesaria para el logro de los objetivos fijados por esta ley.

- **Ordenanza Municipal - N° 3839**

La Ordenanza de prevención y control de la Contaminación Ambiental, tiene por objeto evitar y reducir la degradación del ambiente y los perjuicios sobre la salud y el bienestar de la población que directa o indirectamente produce la contaminación debiendo solicitarse todas sus disposiciones a las reparticiones del Estado, a las Instituciones Pública y Privadas y a los particulares, cuyas actuaciones, bienes, obras o actividades emitan o sean susceptibles de descargar contaminantes al ambiente dentro del Ejido de la Municipalidad de San Rafael.

- **Leyes relacionadas a la expropiación de propiedades privadas.**

La expropiación constituye un procedimiento de derecho público que cuenta con la base del artículo 17 de la Constitución argentina: “La expropiación por causa de utilidad debe ser calificada por ley y previamente indemnizada”.

El **artículo 2511 del Código Civil** describe la viabilidad de la expropiación –por causa de utilidad pública, previa disposición de una justa indemnización–.

La ley 21.459 de expropiación prescribe que “la utilidad pública que debe servir de fundamento legal a la expropiación comprende todos los casos en que se procure la satisfacción del bien común”. La Declaración Universal de los Derechos Humanos (art. 17) establece: “Toda persona tiene derecho a la propiedad, individual y colectivamente. Nadie será privado arbitrariamente de su propiedad”, norma de derecho internacional de 1948 constitucionalizada en 1994. Consiguientemente, la norma de referencia autoriza sin condiciones a transformar en bien público a los bienes particulares cuando lo requiere la efectación de la Justicia”. En línea con la última norma citada, el Concilio Vaticano II expresó que “el traspaso de los bienes privados a la propiedad pública sólo puede hacerse ofreciendo una equitativa compensación, teniendo en cuenta todas las circunstancias”

- **Ley de Higiene y seguridad en el trabajo - N° 19587**

La Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y sus decretos Reglamentarios 351/79 y 1338/96 determinan las condiciones de seguridad que debe cumplir cualquier actividad industrial a nivel nacional.

Esta ley, a su vez, establece la obligación de contar con un Servicio de Higiene, Seguridad y Medicina Laboral, a través de profesionales competentes en Seguridad y Medicina del Trabajo.

En líneas generales las condiciones de seguridad que se deben cumplimentar, y que el servicio de Seguridad, Higiene y Medicina Laboral, a través de su asesoramiento, debe controlar con visitas periódicas y mediciones en planta, se encuentran relacionadas básicamente con:

- [Características constructivas](#)
- [Provisión de agua potable](#)
- [Control de carga térmica](#)
- [Contaminantes químicos en ambiente de trabajo](#)



- [Control de radiaciones](#)
- [Ventilación](#)
- [Iluminación](#)
- [Ruidos y vibraciones](#)
- [Señalización](#)
- [Instalaciones eléctricas](#)
- [Máquinas y herramientas](#)
- [Aparatos para izar](#)
- [Aparatos que puedan desarrollar presión interna](#)
- [Protección contra incendios](#)
- [Equipos de protección personal](#)
- [Capacitación del personal](#)
- [Investigación de accidentes](#)

#### q) DIMENSIÓN POLÍTICO-INSTITUCIONAL

Como se expresó en el análisis de involucrados, existen muchas instituciones relacionadas al proyecto, por encontrarse dentro de la traza, o por ser las responsables de velar por el funcionamiento y seguridad de diferentes instalaciones.

Para realizar una adecuada ejecución del proyecto deben tenerse en cuenta a las instituciones y realizar una comunicación adecuada de los alcances del mismo e informando como se ven involucradas en la situación actual sin proyecto, y como se verán involucradas en la realización del mismo, y su posterior puesta en marcha.

Para llevar a cabo el proyecto es muy importante la participación de las instituciones y sus representantes, ya que pueden aportar datos muy importantes, que puedan pasarse por alto, y de allí surgir nuevos involucrados o nuevas responsabilidades de los ya identificados.

## EVALUACION DEL PROYECTO

---

### INTRODUCCION

El énfasis en la etapa de prefactibilidad es **medir los beneficios y costos identificados anteriormente.**

La realización del estudio de mercado es la base para estimar los ingresos que generará el proyecto.

El análisis tecnológico, que incluye las variables: equipos, materias primas, procesos y servicios tecnológicos, etc., permite determinar los costos asociados al proyecto.

Entre estos sobresalen los **costos de inversión y de capital de trabajo.** Conviene poner énfasis en el hecho que las variables de la tecnología aplicadas al proyecto se interrelacionan, de modo que optar por un proceso o equipo en particular exige disponer de servicios técnicos y de los insumos apropiados.

Los aspectos institucionales y legales afectan también a la naturaleza del proyecto. Mediante el análisis administrativo legal es posible determinar los costos fijos asociados a la operación del proyecto.

En su elaboración conviene determinar la organización que se dará a los factores que lo constituyan poniendo énfasis en las características del personal requerido y en el esquema organizacional pertinente. Asimismo, es recomendable estudiar las características jurídicas de la unidad de gestión y también la legislación vigente aplicable al proyecto en temas específicos como por ejemplo en materia de contaminación ambiental y eliminación de desechos.

Los análisis anteriormente señalados son interdependientes entre sí: uno condiciona al otro y viceversa. Una vez determinados, permiten efectuar estimaciones de los montos de inversión, costos de operación y de los ingresos que generaría el proyecto durante su vida



útil. Con tales antecedentes se lo evalúa desde un punto de vista económico, determinando así la rentabilidad del proyecto.

## ASPECTO GENERAL

Los estudios de inversión en infraestructura vial tienen cuatro objetivos finales, convergentes a la estimación de la rentabilidad social y eventualmente privada de una inversión, la cual, expresada en índices económicos, es clave para decidir la ejecución de las obras evaluadas.

Los objetivos son:

- Encontrar una solución, técnicamente factible, que concilie los rasgos físicos y operativos de una oferta vial suficiente con los valores ambientales y urbanísticos del espacio vial urbano afectado y que tal conciliación se corresponda con la respuesta de la ciudadanía afectada, informada ésta oportunamente.
- Definir las obras constitutivas de dicha solución de tal manera que los proyectos de ingeniería siguientes, que han de anteceder a la ejecución de las obras, puedan completarla y perfeccionarla sin necesidad de adaptaciones mayores de lo ya hecho y sin duplicación significativa de tareas.
- Precisar los costos privados y sociales asociados a la ejecución de obras.
- Calcular los beneficios sociales y privados que en el largo plazo derivan de dicha ejecución.

## IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y COSTOS

---

El proceso de estimar beneficios y costos atribuibles a un proyecto comienza con la identificación de cada uno de ellos: distinguiéndose dos tipos de beneficios y costos, directos

e indirectos. Los primeros tienen relación con la mayor disponibilidad del bien o servicio, ahorro de recursos en los procesos productivos, mayor contratación de insumos o factores de la economía y el costo alternativo de aquellos recursos que se sacan de otros procesos para ser utilizados en el proyecto. Los beneficios y costos indirectos se refieren a los cambios que ocasiona la ejecución del proyecto en la producción y en el consumo de bienes y servicios relacionados con dicho proyecto. Deberán identificarse y valorarse las externalidades. Es importante tener en cuenta que la externalidad negativa se produce sólo si quien ocasiona el daño no paga su costo, y la positiva sólo si quien ocasiona el beneficio no se apropia de él a través de su cobro. Finalmente existen otros costos y beneficios intangibles que se definen como aquellos a los cuales no es posible asignarles un valor en pesos y conviene considerar las siguientes recomendaciones:

- especificar claramente la naturaleza del beneficio o del costo
- discutir claramente la intangibilidad aducida
- mencionarlo explícitamente en el estudio del proyecto

### **Horizonte de evaluación**

El horizonte de evaluación de un proyecto es el período que se define para estimar los beneficios y costos pertinentes a este. Para su determinación deben tenerse en cuenta factores como:

- vida útil de equipos y/o infraestructura
- comportamiento en el tiempo de los beneficios y costos
- certidumbre de las proyecciones realizadas dependiendo del tipo de proyecto

### **Indicadores**



Existen varios indicadores para medir la rentabilidad de un proyecto entre ellos se pueden mencionar:

- Período de recupero de la inversión (T.R.I.)

El periodo de recupero de la inversión mide el lapso necesario para que el capital invertido en el proyecto sea recuperado, a través de los flujos de caja que genera el proyecto.

$$\sum_{(j=0; j=n)} ((BN_j) / (1 + r)^j) = I_0$$

- Tasa interna de retorno (T.I.R.)

Este es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Es intrínseco del Proyecto.

Por definición la **TIR** es la tasa de descuento que reduce a cero el VAN de un determinado flujo de caja.

Es decir, la **TIR** de un proyecto es aquella tasa de descuento que satisface la siguiente ecuación:

$$VPN = \sum_{(j=0; j=n)} ((BN_j) / (1 + TIR)^j) = 0$$

La inversión será conveniente si la tasa interna de retorno es mayor que la tasa de descuento pertinente **TIR > r**

Conceptualmente se puede decir que la **TIR** es la tasa de interés ganado sobre el saldo no recuperado de la inversión, es decir rentabilidad sobre el capital invertido, mientras está invertido, tras permitir el reembolso parcial de la inversión inicial, de manera que al final de la vida útil del proyecto el saldo no recuperado es igual a cero.

Por lo expresado anteriormente no se debe cometer el error de considerar que la TIR es la rentabilidad sobre el desembolso inicial, que se aplica para llevar adelante un proyecto.

La TIR tiene problemas de aplicación cuando hay cambios de signos en el flujo de caja, por lo que pueden encontrarse tantas tasas internas de retorno como cambios de signos se observen en el flujo de caja, (raíces múltiples).

- Valor actual neto (V.A.N.)

El VAN mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios (cuanto más rico es el inversionista), después de haber recuperado toda la inversión. En otras palabras, determina cual es la variación en riqueza, medidas en términos presentes, que genera el proyecto, con respecto a la alternativa que renta la tasa de descuento utilizada, que en este caso representa el costo de oportunidad del capital invertido.

Este es uno de los métodos que es más utilizado y mejor aceptado, para determinar la rentabilidad de un proyecto de inversión. El procedimiento de cálculo de este indicador consiste en actualizar, al momento cero, todos los flujos netos de caja, generados por el proyecto.

Matemáticamente se puede expresar:

$$VAN = \sum_{(j=0; j=n)} ((I_j - E_j) / (1 + r)^j)$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{(j=0; j=n)} (BN_j / (1 + r)^j)$$

Donde  $I_j$  = ingresos

$E_j$  = egresos

$BN_j$  = beneficios netos  $r$  = tasa de descuento

La regla de decisión es que, si el resultado es mayor que cero,  $VAN > 0$ , muestra cuanto ganará con el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa  $r$  que se exigía al proyecto. Este es **aceptado**.

Si el resultado es igual a cero,  $VAN = 0$ , el proyecto reporta exactamente la tasa  $r$  que se le exigía al proyecto. Es indiferente realizarlo.

Si el resultado es negativo,  $VAN < 0$ , muestra el monto que falta para tener la rentabilidad que se le exige al proyecto. Este es rechazado.

- Costo anual equivalente (C.A.E.)

Este criterio considera iguales ingresos en el horizonte de evaluación del proyecto, por lo que consiste en convertir un flujo de costos en una anualidad. Por el contrario, si se consideraran los ingresos por no ser iguales en todos los periodos debe llamarse **VAE**, (Valor actual equivalente)

Este método es una variante del método del Valor Presente y tiene una amplia aplicación para la selección de alternativas de diferente vida útil.

$$CAE = VPC \times i / (1 - (1+i)^{-n}).$$

### **Descripción de beneficios y costo**

Para los efectos de evaluar el proyecto, se deben estimar los costos y beneficios adicionales que cada alternativa implica, respecto a la situación tomada como base.

Una vez identificados los beneficios y costos asociados al proyecto deberán cuantificarse en magnitudes objetivas.

Debido a la diferente naturaleza física de los bienes o servicios, la cuantificación de los beneficios y costos no es suficiente para evaluar el proyecto, por lo que se hace necesario encontrar un denominador común que es la unidad monetaria. Es decir, la valoración económica consiste en asignar precios a los bienes, servicios, recursos y factores que entrega o usa el proyecto.

### **Estimación de los beneficios**

Los beneficios privados se determinan al considerar los ingresos que se derivan de la venta del bien o servicio que producirá el proyecto. Hay otros ingresos que también deben considerarse y que se obtienen de la venta de los activos de reemplazo, de la venta de sus productos o de la prestación de algún servicio complementario.

### **Estimación de los costos**

Los costos privados se determinan en base a los recursos necesarios para la operación del proyecto, valorado a los precios de mercado. A estos valores deben agregarse los impuestos y los costos financieros.

Para efectuar el cálculo de impuestos es necesario cuantificar la depreciación, la cual sin ser un egreso efectivo de fondos condiciona el monto de los impuestos a pagar.

Los gastos financieros los constituyen los gastos de intereses por préstamos obtenidos. Finalmente es importante señalar que en la evaluación de proyectos debe incluirse los costos alternativos de aquellos recursos que no requieren desembolso pero que tienen uso alternativo (costo de oportunidad).

### **Cálculo de indicadores**

Los indicadores de rentabilidad aportan a las personas que tomarán la decisión de materializar el proyecto, una valiosa información, la que en cualquier caso deberá complementarse con otros elementos de juicio.

Una vez identificados los beneficios y costos asociados el flujo de costos y beneficios que se espera ocurrirán como consecuencia del proyecto.

Cada costo y cada beneficio estimado tendrá lugar en cierto momento del tiempo, y por lo tanto será asignado en ese momento. El tiempo se medirá en años o meses y el momento cero corresponderá al comienzo del año en el cual se comenzaría con las inversiones.

Los beneficios y costos de cada año se actualizarán al momento cero utilizando la tasa de descuento pertinente.



### **Beneficios y costos no valorados**

Los indicadores de rentabilidad se determinan considerando los beneficios y costos que lograron determinarse.

En las decisiones de llevar o no a cabo el proyecto será indispensable, entonces, tener en cuenta además de los indicadores económicos la descripción de los

### **Beneficios y costos no cuantificados**

Ellos van a depender de cada proyecto en particular y deberán ser explicitados, como así también cuantificados, los aspectos que puedan medirse.

### **Elementos condicionantes del proyecto**

Deberán indicarse todos aquellos factores externos al proyecto que condicionen los resultados obtenidos. Deberán incluirse en este punto aquellas variables que presentan más problemas en su estimación, como también los problemas más comunes que presenta la preparación de proyectos en análisis.

### **Financiamiento**

Si corresponde, el estudio deberá incluir los criterios utilizados para el financiamiento del proyecto y las instituciones que en él participan. Al mismo tiempo deberán indicarse los requisitos que exigirán las instituciones que participan en el financiamiento.

## **IDENTIFICACIÓN DE BENEFICIOS Y BENEFICIARIOS**

---

### **BENEFICIOS DIRECTOS**

- Mejoramiento del servicio vial que permitirá una agilización del tránsito vehicular.
- Fluidez en el intercambio comercial, tanto local como regional.
- Posibilidades potenciales de fuentes de empleos en la zona.
- Disminución de la contaminación del agua del colector.

- Disminución de accidentes viales.
- Ampliación de la plaza de estacionamientos.
- Reducción del tiempo medio de circulación.
- Impacto visual positivo.

## BENEFICIOS INDIRECTOS

- Posibilidad de creación y/o desarrollo del comercio local.
- Revalorización de las propiedades cercanas al proyecto.
- Incremento de la actividad relacionada a la construcción vial.

## BENEFICIARIOS DIRECTOS

- Conductores.
- Población aledaña.
- Comerciantes de la zona.
- Establecimientos educativos.
- Empresas de transporte público y privado.

## BENEFICIARIOS INDIRECTOS

- Municipalidad:
  - ✓ Honorable consejo deliberante
  - ✓ Planeamiento urbanístico
  - ✓ Dirección provincial de vialidad
  - ✓ Secretaria de transporte
  - ✓ Subsecretaria de medio ambiente
- Policía de Mendoza.
- Cámara de comercio industria y agropecuaria.



## COSTOS DEL PROYECTO

---

214

Como se sabe, el presupuesto tiene por objeto responder básicamente preguntas relativas al total de recursos económicos necesarios para materializar la inversión, su distribución por rubros y tipo de bienes físicos, su calendarización y centralización de responsabilidades. En una obra de mantenimiento vial, al igual que en cualquier proyecto de inversión, existen Costos Directos, Costos Indirectos y Costos Financieros.

### Costos Directos

Los costos directos son aquellos costos de los recursos que se incorporan físicamente a la obra. Contempla las labores necesarias para la manipulación y transformación de los recursos.

Los costos directos incluyen:

- Materiales para la elaboración de carpeta asfáltica
  - Cemento asfáltico - Ligante
  - Agregados gruesos
  - Agregados finos
  - Polvo mineral de aportación (en caso de ser necesario)
- Maquinaria
  - Equipo de compactación
  - Reclamadora
  - Terminadora
  - Camión regador de asfalto con barra distribuidora
  - Camión regador
  - Motoniveladora

- Cargadora
- Camión volcador
- Camión mixer
- Herramientas manuales
- Mano de obra
  - Proyectista
  - Director de obra
  - Supervisor de obra
  - Inspector de obra
  - Conductor de obra
  - Topógrafo
  - Laboratorista
  - Jefe de obra
  - Capataz
  - Oficial especializado
  - Medio oficial
  - Ayudante

### **Costos Indirectos**

Los costos indirectos son los costos de los recursos que participan en la realización del proyecto, pero que no se incorporan físicamente a la obra terminada.

Los costos indirectos engloban:

### **Costos de obra**

- Cargos técnicos



- Cargos administrativos
- Cargos ejecutivos
- Organización
- Vigilancia
- Logística
- Inversión publicitaria
- Obrador cartelería
- Baños
- Energía para obra
- Higiene y seguridad (ropa y cascos)

#### **Costos de oficina**

- Licitación
- Papelería
- Copias
- Útiles de escritorio
- Copias y duplicados
- Correos
- Teléfono, luz, gas y otros
- Artículos de limpieza.

#### **Costos Financieros**

Los costos financieros están representados en su mayor parte por los intereses que genera la inversión en la obra, pero existen otros aspectos que no deben ignorarse.

Los costos financieros estarán constituidos por:

- Imprevistos (3%)
- Beneficios (25%)
- Ingresos brutos (4%)
- IVA (21%)
- Cheque (20%)
- Otros

## PONDERACION ECONOMICA

La ponderación de las alternativas de solución planteadas, hace referencia a la comparación entre alternativas sobre la base de criterios y parámetros de referencia. Tal comparación dará lugar a la priorización y posible descarte de alternativas hasta llegar a la selección de la solución considerada como óptima.

Para el presente trabajo se ha utilizado una matriz conformada por los ítems más relevantes en proyectos viales desde el punto de vista económico. Básicamente esta se ha dividido en 10 grupos principales, a los cuales se les ha asignado un puntaje máximo en función de su relevancia económica en este tipo de proyecto. De este último punto se destaca las obras a construir y el suelo afectado por el proyecto.

Cada indicador posee un puntaje propio que representa el peso de relevancia del mismo, donde el valor máximo es asignado a aquella alternativa que presenta una mayor incidencia en el aspecto económico (mayor valor del indicador analizado).

Por ello se verá que existe un indicador de una alternativa que representa el máximo valor y la restante un valor menor donde la diferencia entre ambos nos da una idea de la diferencia en el aspecto económico entre ellas.

Los valores obtenidos de cada indicador para las distintas alternativas, se suman obteniendo finalmente valores totales para cada una, representando los mismos el análisis



económico total de las alternativas.

218

Indicadores		Puntaje Máximo	Puntaje Unitario	Cant. Altern. 1	Cant. Altern. 2	Altern. 1	Altern. 2	Unidad o especificación	
1-Obras a Construir 37 %	Interseccion con rutas	10	5,00	2	2	10,00	10,00	Cantidad	
	Interseccion con calles	Terreno Natural	1	1,00	0	0	0,00	0,00	Cantidad
		Enripiados	2	0,67	1	3	0,67	2,00	Cantidad
		Pavimento Asfáltico	5	2,50	2	0	5,00	0,00	Cantidad
	Curvas		0,2	0,04	1	5	0,04	0,20	Cantidad
	Obras de Arte	Desagües	0,3	1,00	0	0	0,00	0,00	Cantidad
		Canales	1	1,00	0	0	0,00	0,00	Cantidad
		Alcantarillas	1,5	0,08	15	20	1,13	1,50	Cantidad
		Alcantarillas > 3 m	6	3,00	2	2	6,00	6,00	Cantidad
		Puente Tipo Baden	10	10,00	1	1	10,00	10,00	Cantidad
2-Expropiaciones 3,5 %	De viviendas	2	2,00	0	1	0,00	2,00	Ha de terreno	
	De Industrias	1	1,00	1	0	1,00	0,00	Ha de terreno	
	De Terrenos	0,5	0,04	9	12	0,38	0,50	Ha de terreno	
3-Suelos 42,5 %	Aptitud de los recursos	Apto para ser cultivado	1	0,07	10	15	0,67	1,00	m2 de suelo
		Grado de producción agrícola	1	0,02	20	50	0,40	1,00	Subjetivo
		Disponibilidad de Agua p/riego	0,5	0,10	5	5	0,60	0,50	Subjetivo
	Movimiento de Suelo p/sub base compactada	10	0,00087	3176,00	11510,00	2,76	10,00	m3 de material	
	Movimiento de Suelo p/base estabilizada	10	0,00134	2064,40	7481,50	2,76	10,00	m3 de material	
	Movimiento de Suelo p/Carpeta asfáltica	15	0,00662	636,20	2302,00	4,14	15,00	m3 de material	
	Movimiento de Suelo p/Sellado	5	0,01738	79,40	287,75	1,38	5,00	m3 de material	
4-Instalaciones a remover o reconstruir 1 %	Canales	0,1	1,00	0	0	0,00	0,00	Cantidad	
	Desagües	0,15	1,00	0	0	0,00	0,00	Cantidad	
	Obras de Arte (Puentes, partídeos, compuertas etc)	0,3	0,10	1	3	0,10	0,30	Cantidad	
	Paso a Nivel	0,05	0,05	0	1	0,00	0,05	Cantidad	
	Puente de servicios	0,05	1,00	0	0	0,00	0,00	Cantidad	
	Red de Agua Potable	0,1	1,00	0	0	0,00	0,00	m lineales	
	Red de Gas	0,1	1,00	0	0	0,00	0,00	m lineales	
	Red Eléctrica	0,1	0,00003	1200	3000	0,04	0,10	m lineales	
	Red Telefónica	0,05	1,00	0	0	0,00	0,00	m lineales	
	5-Longitud de la Alternativa 1%	1	0,00017	1588	5755	0,28	1,00	m lineales	
6-Extracción de Forestales 1%	1	0,05	20	15	1,00	0,75	Cantidad		
7-Extracción de Plantaciones agrícolas 2%	2	0,40	3	5	1,20	2,00	Ha de plantación		
8-Índice de seguridad 6%	6	0,60	10	1	6,00	0,60	Subjetivo		
9-Incidencia de circulación en el radio Urbano 4%	4	0,40	10	1	4,00	0,40	Subjetivo		
10-Crecimiento Regional que genera la Alternativa 2%	2	0,40	5	1	2,00	0,40	Subjetivo		
<b>Total Porcentaje de Indicadores</b>		<b>100</b>				<b>61,43</b>	<b>80,30</b>		
<b>Total Alternativa 1</b>			<b>61,43</b>						
<b>Total Alternativa 2</b>			<b>80,30</b>						

## DESCRIPCIÓN DE LOS INDICADORES

### 1- OBRAS A CONSTRUIR

- Las intersecciones con rutas exigen señalizaciones y diferentes gestiones para que las mismas posean las características. Para eso se debe considerar el número de las mismas, y así tener idea de cuál alternativa resulta más costosa comparativamente, se computa este ítem por cantidad de intersecciones.
- La intersección con calles de Terreno Natural, representan un costo bajo, pero se deben tener en cuenta en el trazado de las distintas alternativas, aunque estos sean menores que las intersecciones con calles enripiadas, se computa este ítem por cantidad de intersecciones.
- La intersección con calles con Enripiados, representan mediano costo en estudio, construcción y señalización que debemos tener en cuenta en el trazado de las

distintas alternativas, aunque estos sean menores que las intersecciones con calles de Pavimento asfáltico, se computa este ítem por cantidad de intersecciones.

- La intersección con calles con Pavimento Asfáltico, representan variado costo económico en estudio, construcción y señalización que debemos tener en cuenta en el trazado de las distintas alternativas, aunque estos sean menores que las intersecciones con las Rutas, se computa este ítem por cantidad de intersecciones.
- Las curvas representan un costo moderado en los proyectos viales. Es por esto que debemos considerar el número de las mismas.
- Los puentes que debemos realizar para cruzar desagües representan costos moderados a tener en cuenta en la realización de proyectos viales, se computa este ítem por cantidad de puentes.
- Los puentes que debemos realizar para cruzar canales de riego representan costos moderados a tener en cuenta en la realización de nuestro proyecto, se computa este ítem por cantidad de puentes.
- Las alcantarillas que debemos realizar para cruzar hijuelas de riego y drenajes representan costos considerables a tener en cuenta en la realización de nuestro proyecto, se computa este ítem por cantidad de alcantarillas.

## 2- EXPROPIACIONES

- De viviendas: Aquí se indica el costo económico por cantidad de viviendas que se necesitan expropiar para el desarrollo de la obra. Las viviendas consideradas responden a aquellas que se encuentran dentro de la zona a expropiar, se computa este ítem por cantidad de viviendas.
- De industrias: En este ítem se indica el costo económico de industrias que se necesitan expropiar para el desarrollo de la obra. Las industrias consideradas responden a aquellas que se encuentran dentro de la zona a expropiar y en



funcionamiento, se computa este ítem por cantidad de industrias.

- De terrenos: Se indica el costo económico de la superficie de terrenos que se necesita expropiar para el desarrollo de la obra. Las cantidades obtenidas dependen del ancho de expropiación considerado y la longitud de la alternativa. Dicho ancho se ve reducido en aquellas alternativas donde ya existen expropiaciones debido a infraestructura vial, donde no existe esta infraestructura se considera un ancho total, se computa este ítem por Ha de terrenos afectados.

### 3- SUELOS

- Apto para ser cultivado: Se define este ítem en función de los m<sup>2</sup> de suelo apto para ser cultivado, se computa este ítem por el costo de m<sup>2</sup> del mismo.
- Grado de producción agrícola: Definimos al mismo en función del costo económico del porcentaje de suelo cultivado, donde se adopta un valor de 0 para aquellos suelos incultos en donde el porcentaje de cultivo es cero. Para el caso de aquellos suelos que poseen un grado de producción del 100%. Este será el indicador máximo.
- Disponibilidad de agua para riego: Este ítem es de tipo subjetivo y se analiza en función del costo de la calidad, cantidad y continuidad del suministro de agua para riego. El puntaje varía entre 0 y 5 adoptando el máximo valor para aquellas zonas donde existe máxima disponibilidad de agua para riego.
- Movimiento de suelo p/sub-base estabilizada: Evalúa el costo económico, en el cual se contempla todo el movimiento de suelo a realizar en la obra para tal ítem. Además, se tiene en cuenta el transporte de materiales, se computa en m<sup>3</sup> de material necesario.
- Movimiento de suelo p/base estabilizada: Evalúa el costo económico, en el cual se contempla todo el movimiento de suelo a realizar en la obra para tal ítem.

Además, se tiene en cuenta el transporte de materiales, se computa en m<sup>3</sup> de material necesario.

- Movimiento de suelo p/Carpeta Asfáltica: Evalúa el costo económico, en el cual se contempla todo el movimiento de suelo a realizar en la obra para tal ítem. Además, se tiene en cuenta el transporte de materiales, se computa en m<sup>3</sup> de material necesario.
- Movimiento de suelo p/Sellado: Evalúa el costo económico, en el cual se contempla todo el movimiento de suelo a realizar en la obra para tal ítem. Además, se tiene en cuenta el transporte de materiales, se computa en m<sup>3</sup> de material necesario.

#### 4- INSTALACIONES A REMOVER O RECONSTRUIR

- De desagües: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de desagües, los que se encuentran en el desarrollo de la traza y deben ser trasladados a una distancia del eje de calle. Se consideran la cantidad de desagües existentes afectados por la alternativa.
- De obras de arte: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de obras de arte, y son aquellas que se encuentran en el desarrollo de la traza y deben ser reemplazadas por otras. Se consideran las cantidades de las distintas obras de arte, ya sea puentes, partidores, compuertas, canoas y alcantarillas existentes.
- De puentes de servicios: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de puentes, los que se encuentren en el trazado de la alternativa que deben ser removidos y reconstruidos a una distancia adecuada del eje de la nueva calzada. Es por ello que se consideran el número de los mismos.
- De redes de agua potable: Se considera el costo económico de la reconstrucción



y/o remoción de redes de agua potable, y que se encuentra en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle. Se consideran los metros de redes de agua potable existente.

- De redes de gas: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de redes de gas, las que se encuentran en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle. Se consideran los metros de tendido de gas existente.
- De redes eléctricas: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de redes eléctricas, las que se encuentran en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle. Se consideran los metros de líneas eléctricas existentes tanto para baja, media y alta tensión.
- De redes telefónicas: Se considera el costo económico de la reconstrucción y/o remoción de redes telefónicas, las que se encuentran en el desarrollo de la traza que deben ser trasladadas a una distancia del eje de calle. Se consideran los metros de red telefónica existente.

#### 5- LONGITUD DE LA ALTERNATIVA

Se hace referencia a la relación que tenemos en la construcción del perfil total del proyecto, donde para una mayor longitud de alternativa, tenemos mayores costos económicos, para ello se evaluó la longitud en metros lineales de cada alternativa.

#### 6- EXTRACCIO DE FORESTALES

La extracción de forestales considera las arboledas ubicadas en la zona de terrenos a expropiar, como alamedas sobre canales y arboledas de otra especie. Para considerar el costo económico que resulta de este trabajo se ha tenido en cuenta la cantidad aproximada árboles que son necesarios a erradicar de las distintas alternativas.



## 7- EXTRACCION DE PLANTAS AGRICOLAS

La extracción de Plantaciones Agrícolas tala de viñedos y frutales genera, incidencias de costos importantes y que se han tenido en cuenta tomando la superficie total ocupada por estos en los terrenos a expropiar para cada alternativa.

## 8- INDICE DE SEGURIDAD

El índice de seguridad hace referencia, como su nombre lo indica, a la seguridad con respecto a accidentes que tenemos entre las alternativas que estamos comparando. La evaluación de este índice es subjetiva y contempla la longitud relativa de las alternativas, el número de cruces e importancia de cada uno, la densidad de población, etc.

## 9- INCIDENCIA DE CIRCULACION EN EL RADIO URBANO

Se evaluará la incidencia de la circulación de Carga Pesada por Zona Urbana, lo que produce un gran riesgo sobre la población que reside allí y se denota en un valor subjetivo para tal análisis, ya que esto produce un costo económico en el análisis global de una región.

## 10- CRECIMIENTO REGIONAL QUE GENERA LA ALTERNATIVA

Este índice es subjetivo y evalúa la incidencia económica que genera cada una de las alternativas, ya que es proporcional a la mayor cantidad de propiedades afectadas en su entorno y por otros proyectos.

Debido a todos los indicadores antes descriptos es que debemos considerar el número de los mismos, y de esta manera tener una idea de cuál alternativa resulta con mayor incidencia económica comparativamente.

## EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Antes de elegir entre las distintas alternativas de proyecto, para decidir cuál es más factible desde el punto de vista económico; se debe realizar un análisis partiendo desde la



situación base, **Alternativa** (situación sin proyecto), para evaluar a partir de este si es necesaria la aplicación de una alternativa de mejora, a la que se llamará **Alternativa 1**

Así, considerando **Alternativa**, como la situación Base o “sin proyecto” y **Alternativa<sub>1</sub>**, como la situación “con proyecto” y efectuando la comparación **Alternativa 1 vs. Alternativa 2**, la formulación de estos indicadores y el criterio para la toma de decisiones pueden ser planteados como sigue:

$$\frac{1}{(1 + i)^n} = \text{Factor de actualización}$$

$i$  (%) = Tasa de actualización o costo de oportunidad

TIR (%) = Tasa que permite que el VAN = 0

$n$  = Número de años a partir del año base

$B_n$  = Beneficios, año " $n$ "

$C_n$  = Costos de Capital, año " $n$ "

$M_n$  = Costos de Mantenimiento, año " $n$ "

**VALOR ACTUAL NETO (VAN)**      
$$VAN = \sum \frac{(B_n - M_n - C_n)}{(1 + i)^n}$$

$VAN > 0 \rightarrow$  Proyecto Alt. 1 mejor que Alt. 0  $\rightarrow$  ACEPTAR proyecto

$VAN = 0 \rightarrow$  Es INDIFERENTE  $\rightarrow$  POSTERGAR proyecto

$VAN < 0 \rightarrow$  Proyecto Alt. 0 mejor que Alt. 1  $\rightarrow$  RECHAZAR proyecto

**TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**      
$$0 = \sum \frac{(B_n - M_n - C_n)}{(1 + TIR)^n}$$

$TIR > i \rightarrow$  Proyecto Alt. 1 mejor que Alt. 0  $\rightarrow$  ACEPTAR proyecto

$TIR = i \rightarrow$  Es INDIFERENTE  $\rightarrow$  POSTERGAR proyecto

$TIR < i \rightarrow$  Proyecto Alt. 0 mejor que Alt. 1  $\rightarrow$  RECHAZAR proyecto

**RELACION: BENEFICIO/COSTO**

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum \frac{Bn}{(1+i)^n}}{\sum \frac{Mn + Cn}{(1+i)^n}}$$

$\frac{B}{C} > 1 \rightarrow$  Proyecto Alt. 1 mejor que Alt. 0  $\rightarrow$  ACEPTAR proyecto

$\frac{B}{C} = 1 \rightarrow$  Es INDIFERENTE  $\rightarrow$  POSTERGAR proyecto

$\frac{B}{C} < 1 \rightarrow$  Proyecto Alt. 0 mejor que Alt. 1  $\rightarrow$  RECHAZAR proyecto



## BIBLIOGRAFÍA

---

- ✓ ESTRUCTURA DEL INFORME DE PROYECTO FINAL, Roberto Vilches – 2014
- ✓ PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA CIVIL: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VIAL URBANO, Martín, Roldán, Ticona – 2016
- ✓ PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA CIVIL: READECUACIÓN ACCESO ESTE DE LA CIUDAD DE SAN RAFAEL, González, Salomone – 2015
- ✓ Publicación INTRODUCCIÓN A LA FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS, Llorentes Carlos, Romani Bruno.
- ✓ Publicación LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS, Llorentes Carlos, Romani Bruno.
- ✓ [www.elbaqueano.org/](http://www.elbaqueano.org/)
- ✓ <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/09/evaluacion-economica-y-financiera->
- ✓ [www.losandes.com.ar/article/siguen-creciendo-las-ventas-de-automoviles](http://www.losandes.com.ar/article/siguen-creciendo-las-ventas-de-automoviles)



## AGRADECIMIENTOS

---

- ◆ EN PRIMER LUGAR, AGRADECER A DIOS Y MARÍA SANTÍSIMA.

Por acompañarnos a lo largo de todo este camino recorrido.

- ◆ A LOS ORIENTADORES DEL PROYECTO:

Ingeniero Roberto Vilches

Ingeniero Hugo Reviglio

Por su ayuda y dedicación en la elaboración del proyecto.

- ◆ A LOS DOCENTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL:

Por las enseñanzas brindadas en todos nuestros años de estudios en la facultad.

- ◆ A TODOS LOS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:

Por haber sido parte de este largo camino y en especial a Nicolás Cortizo por ser fuente dispuesta y permanente de consulta y Bruno Naldini por haber compartido gran parte de este recorrido.

- ◆ Y ESPECIALMENTE A TODOS NUESTROS FAMILIARES,

Porque siempre y en todo momento desde el lugar en que se encuentran fueron y son pilares fundamentales de nuestras vidas y sin su apoyo todo este trabajo hubiese sido imposible.