

# Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional La Plata

Departamento de Ingeniería Civil



Carrera: Ingeniería Civil - Cátedra: Proyecto Final

Profesor Titular: Ing. Leonardo P. Venier

Obra: Puesta en Valor Ruta Provincial N°6

Tramo: Rincón de los Sauces- Empalme Ruta N°8

Provincia: Neuquén

*MEMORIA DE INGENIERÍA - Tomo 1 de 3*

*Contenido: Descripción y desarrollo escrito de la totalidad del proyecto.*

*Autores:*

*CELI Ignacio Joaquín*

*GALLO Martín*

*NOSETTI Ramiro Andrés*

*Expo N° 01/18 - Septiembre de 2018*

## INDICE

	<b>Pág N°</b>
<b>I. Memoria Descriptiva</b>	4 de 57
I.1. Obra Existente	4 de 57
I.1.1. Rotonda Intersección Av. Enrique Mosconi	4 de 57
I.1.2. Repavimentación	4 de 57
I.1.3. Puente s/ Arroyo Prog. 0+625km - 0+975km	5 de 57
I.1.4. Puente s/ Arroyo Prog. 4+560km - 5+200km	5 de 57
I.1.5. Rotonda Intersección R.P. N°8	5 de 57
<b>II. Rotonda Intersección Av. Enrique Mosconi</b>	6 de 57
II.1 Obra Existente	6 de 57
II.2. Diseño, según marco normativo de referencia	6 de 57
<b>III. Repavimentación</b>	11 de 57
III.1. Obra Existente	11 de 57
III.2. Diseño, según marco normativo de referencia	13 de 57
III.3. Obras a Ejecutar	19 de 57
<b>IV. Puente s/ Arroyo Prog. 0+625km - 0+975km</b>	20 de 57
IV.1. Memoria descriptiva	20 de 57
IV.2. Marco normativo de referencia	21 de 57
IV.3. Diseño	22 de 57

<b>V. Puente s/ Arroyo Prog. 4+560km - 5+200km</b>	28 de 57
IV.1. Memoria descriptiva	28 de 57
IV.2. Marco normativo de referencia	29 de 57
IV.3. Diseño	30 de 57
<b>VI. Rotonda Intersección R.P. N°8</b>	36 de 57
II.1 Obra Existente	36 de 57
II.2. Diseño, según marco normativo de referencia	36 de 57
<b>VII. Plan de Gestión Ambiental</b>	43 de 57
<b>VIII. Bibliografía</b>	57 de 57

## **I. MEMORIA DESCRIPTIVA**

La presente memoria descriptiva hace referencia a la repavimentación, construcción de dos rotondas y construcción de dos puentes, de dos tramos de la Ruta Provincial N°6, ubicada en la Provincia de Neuquén, República Argentina. La misma tiene un recorrido aproximado de 179 kilómetros con orientación noreste de la provincia, desde su inicio en Chos Malal hasta su finalización a 25 kms de Chochoy Mallin.

El tramo en estudio comienza en la localidad de Rincón de los Sauces y tiene su finalización en el empalme con la Ruta Provincial N°8, ubicado en el departamento de Pehuenches.

El área en que se inscribe se encuentra parte en zona característica rural y otra parte en zona característica urbana medianamente poblada entre frentes edificados. La longitud aproximada de la obra es de 55,0 km

Además, el proyecto contempla la construcción de un puente, ya que existe un sector ubicado sobre un cauce y actualmente se encuentra anegado debido a que el agua arrasó con el trazado y en ese lugar los vehículos pasan por un desvío provisorio.

### **I.1 OBRA EXISTENTE**

La obra abarca cinco temas importantes

#### **I.1.1. ROTONDA INTERSECCION AV. GENERAL ENRIQUE MOSCONI**

El comienzo de la obra está emplazada en zona de característica urbana con uso residencial, industrial y servicios. En la misma se observa dificultad en la intersección de Gral. Enrique Mosconi (uno de los accesos principales de Rincón de los Sauces) con la RP N°6, que representan un riesgo para los usuarios.

#### **I.1.2. REPAVIMENTACION**

El pavimento existente está en un estado crítico el cual dificulta el tránsito. La repavimentación se divide en ocho (8) secciones homogéneas bien diferenciadas

- a. Sección I: km 0 + 000 (Avenida General Mosconi) y km 0 + 800 Rotonda Empalme RP N° 5

Cabe destacar que este tramo presenta características urbanas. Este sector se encuentra totalmente fisurado probablemente por envejecimiento y fatiga, con pavimento envejecido y desprendimientos de la carpeta asfáltica. No se observa compromiso de la estructura, ni ahuellamiento en todo este sector.

- b. Sección II: Rotonda Empalme RP N° 5 - km 3+700

Se encuentra en el mismo estado que la sección anterior. En sondeos expeditivos las características de los materiales presentes son muy similares a la sección. Se realiza esta separación debido a que la rotonda no requiere una intervención estructural y por lo tanto queda fuera de la obra de reparación.

- c. Sección IV: km 4000 – km 6+900

Esta sección también está compuesta por un tratamiento superficial envejecido, presenta baches superficiales y puntualmente alguno de ellos profundos. Existen sectores con desprendimientos de la capa asfáltica.

- d. Sección V: km 6+900 – km 17+500

Esta sección está compuesta por un tratamiento superficial envejecido, presenta baches superficiales y puntualmente alguno de ellos, profundos. Existen sectores con desprendimientos de la capa asfáltica. La mayor parte de los baches se presentan a partir de la progresiva 13+000

e. Sección VI: km 17+500 – km 19+200

En este sector se presentan deterioros considerables con gran parte de la base granular deteriorada. Presenta baches profundos, con deterioro y desprendimientos y rotura de los bordes de la capa asfáltica.

f. Sección VII: km 19+200 – km 27+700 (Empalme Acceso yac. Auca Mauda)

Sector donde también se manifiestan baches superficiales, tratamiento envejecido y desprendimientos

g. Sección VIII: km 27+700 – km 31+700

El ancho de calzada de rodamiento se encuentra reducido con escasa transitabilidad, de hecho los vehículos circulan por el sector de banquina.

h. Sección VIII: km 31+700 – fin de tramo

En esta última sección no se observan grandes deterioros.

### **I.1.3. PUENTE S/ Arroyo Progr. Km 0+625 – Km 0+975**

Se prevé la demolición de un puente existente que se encuentra fuera de servicio, en la actualidad existe un desvío para el tránsito vehicular que imposibilita su paso en épocas de crecidas del arroyo, por lo que se preverá luego de la demolición, su construcción, incluyendo el estudio de los antecedentes hídricos, el proyecto del diseño arquitectónico, y su cálculo estructural.

### **I.1.4. PUENTE S/ Arroyo Progresiva km 4+560 – km 5+200**

Se evidencia el colapso de la calzada existente que afecta unos 640 m, como consecuencia de una lluvia extraordinaria que se desarrolló en la cuenca correspondiente a dicho sector. Esta produjo la rotura total de la obra básica (terraplenes, defensas, badén, etc.) en una longitud de 120 mts. Por este motivo la calzada existente se encuentra inhabilitada por un desvío del tráfico que se afecta del lado izquierdo (LI) en el sentido progresivo.

Las características del puente son similares a las del Puente de Progr. XXX para mantener una homogeneidad del proyecto

### **I.1.5. ROTONDA INTERSECCION R.P. N°8**

En la actualidad ambas rutas provinciales se cruzan por lo que estudiaremos la posibilidad de resolver dicha intersección.

Hoy en día existe un acceso canalizado de asfalto sobre la calzada de la Ruta N°6 y enripiada en la Ruta N°8.

Proyectamos en ambas rutas un crecimiento del tránsito derivado por activación de la porción de pozos petroleros en la región.

La Ruta N°8 se une con el embalse Mari Menuco, este embalse es el encargado de proveer agua para riego de plantaciones, se encuentra la Bodega Fin Del Mundo la cual es muy visitada por turistas, por lo que la actividad genera actualmente que el tránsito se derive a las Ruta N°7 y N°51 debido al estado de las rutas que estamos proyectando. Una vez que esta obra que prevemos se realice, obtendremos un mayor caudal de vehículos sobre la ruta N°6 y N°8 por lo que al estudiar esta condición nos vemos obligados a realizar alguna intervención.

## II. ROTONDA INTERSECCION AV. GENERAL ENRIQUE MOSCONI

### II.1. OBRA EXISTENTE

En la actualidad la Avenida General Mosconi es una de las entradas principales a la ciudad Rincon de los Sauces y además divide en dos partes a la ciudad, por lo que genera un inconveniente al cruce de la Ruta Provincial, y la entrada y salida de la misma.

Hoy en día cuenta con 2 colectoras que permiten a los ciudadanos circular sin tener que subir a la ruta, pero a la hora de comunicarse con la otra parte de la ciudad deben cruzarla en forma de intersección de vías, por lo que genera congestión y posibles accidentes.

Además debemos tener en cuenta en el proyecto la inclusión de la estación de servicio que se encuentra sobre una de las colectoras de la ruta, ya que los vehículos que se encuentran circulando del lado opuesto deben bajar a la colectoras derecha hasta que el tránsito le permita cruzar.



Imagen 1. Interseccion Av. Mosconi

Se observa lo que podría ser un rombo de visibilidad en la intersección, el cual en el lado izquierdo de la imagen se encuentra desocupado y libre de obstáculos, no obstante, en la otra parte del rombo de visibilidad se encuentra la estación de servicio y terrenos edificados, lo que dificulta la visión del conductor, siendo ésta otra problemática a resolver.

### II.2. DISEÑO SEGÚN MARCO NORMATIVO DE REFERENCIA

#### Estudios Previos

En primera instancia para desarrollar un proyecto que nos permita encontrar una solución acorde, nos propusimos recopilar información sobre el tramo en estudio, como el tránsito y la topografía del mismo.

Asimismo, se estudió el “Capítulo 5: Intersecciones” de las Normas de Vialidad Nacional. El mismo contiene y desarrolla los distintos tipos de intersecciones, como también los factores que intervienen en la elección del tipo de intersección estableciendo como parámetros el Tránsito, entorno Físico, Factores Económicos y Factores Humanos. Con los datos obtenidos se llegó a la conclusión de

incorporar una rotonda moderna, ya que constituye una forma de control de tránsito segura y eficiente debido a que la misma:

- Reducen la velocidad relativa de los vehículos conflictivos
- Implica requerimientos simples y claros para la toma de decisiones del conductor
- Reducen los conflictos a solo 8 conflictos vehiculo/vehiculo.
- Imponen dos estorbos deliberadamente señalados a los conductores que entran en ella:

1. Reglamentario: Ceda el paso

2.

Geométrico: Deflexión de la entrada y trayectoria.

Como conclusión, la ideología básica de diseño de estas rotondas modernas es limitar físicamente las velocidades de los vehículos mediante la deflexión de la trayectoria, y por lo tanto, si ocurre un choque será a baja velocidad y en un bajo ángulo de impacto. A su vez, reducen los accidentes y las demoras de tránsito.

## DISEÑO

Una vez obtenidos los puntos topográficos del terreno, se procedió a la implantación y diseño de la Rotonda.

Para el diseño geométrico tuvimos que tener en cuenta, en principio, los siguientes datos:

- Velocidad Directriz:
- Tipo de Camino: Rural
- TMDA

### Características de Diseño



**Entrada:** La plataforma de aproximación antes de la plataforma de circulación y entre la cara de cordón derecho y el lado de aproximación de la isleta partidora. Esta característica clave es el principal determinante de la capacidad y seguridad de una rotonda.

Salida: La plataforma de salida después de la plataforma de circulación y entre la cara del cordón derecho y el lado de salida de la isleta partidora.

Isleta central: La zona elevada en el centro de una rotonda, alrededor de la cual circula el tránsito.

Isleta partidora: Mediana elevada en una aproximación usada para separar los tránsitos de entrada y salida, desvía y lentifica al tránsito entrante y provee refugio a los peatones que cruzan el camino en dos etapas.

Plataforma de circulación, Anillo, Calzada anular: Plataforma curvada de un-sentido usada por los vehículos para viajar en sentido antihorario alrededor de la isleta central.

Delantal de camiones: Parte montable de la isleta central adyacente a la plataforma circulatoria. Se la requiere para acomodar las huellas de las ruedas traseras de grandes vehículos.

Carril de desvío Bypass giro derecha: Carril de giro derecha que se desvía de la rotonda, físicamente separado de la plataforma circulatoria. Los carriles de desvío no intersectan la rotonda y no tienen conflictos de tránsito.

Línea de Ceda el Paso: Línea marcada en el pavimento que separa el tránsito que se aproxima a la rotonda del tránsito ya en la calzada circulatoria.

Cruces peatonales: Los cruces peatonales provistos en las rotondas deben ser accesibles. El cruce acomoda a todos los peatones (incluyendo las personas con discapacidades visuales), sillas de ruedas, cochecitos de bebés, y bicicletas para cruzar la trayectoria, calle, etc. en dos etapas con un refugio cortado en la isleta partidora para permitir pasar a través de las trayectorias vehiculares.

Colocación de baranda metálica: Según normativa, la distancia entre módulos de este tipo de baranda es de 3,81m y debe cumplir con 12 módulos antes (según la mano de circulación) de cada alcantarilla y 4 módulos después de cada alcantarilla.

Parámetros para el diseño de la rotonda según normativa

Ancho de Carril de aproximación (V): Mitad del ancho de calzada del ramal de aproximación corriente arriba de cualquier cambio en el ancho asociado con la rotonda. Típicamente, la mitad del ancho de calzada no es más que el ancho total del carril de aproximación.

En nuestro proyecto, el carril de aproximación en las entradas correspondiente a la Ruta, tiene una longitud de 3,65m, y en la entrada en la Avenida es de 6,3m (estando dentro de los parámetros exigidos).

Ancho de Entrada (E): Lo medimos perpendicularmente desde la cara del cordón exterior hasta la cara del cordón interior de la isleta partidora. Optamos como diseño un ancho de entrada de 4,5m en las 3 entradas a la rotonda (estando dentro de los parámetros exigidos).

Longitud efectiva de abocinamiento: Típicamente, la mitad de la distancia entre V y E. En esta distancia el ancho de la calzada de aproximación sea igual promedio de V y E. El abocinamiento debe desarrollarse uniformemente y evitar un quiebre brusco. La longitud total de abocinamiento es el doble que la longitud efectiva de abocinamiento. La longitud efectiva de nuestro proyecto es de 19,3m (estando dentro de los parámetros exigidos).

**Radio de Entrada:** Es el radio mínimo de curvatura del cordón exterior en una aproximación de entrada. En nuestro proyecto el Radio de Entrada mínimo es de 20m en las tres entradas.

**Angulo de entrada:** El ángulo  $\phi$  representa el ángulo de conflicto entre las corrientes del tránsito entrante y circulante. En nuestro proyecto el ángulo de entrada es aproximadamente  $27^\circ$  (estando dentro de los parámetros exigidos,  $20^\circ < \phi < 40^\circ$ ).

**Diámetro del círculo inscrito.** El diámetro del círculo inscrito es el parámetro básico usado para definir el mayor tamaño de una rotonda. Es el diámetro mayor medido hasta el borde exterior de la calzada de circulación.

Este diámetro está basado en el Tipo de Rotonda y en el Volumen de tránsito diario. En nuestro proyecto el Tipo de Rotonda es Urbana de Un Carril, y el Volumen de Tránsito Diario es menor a 25.000, por lo tanto la norma exige un diámetro de círculo inscrito entre 35m y 43m. El radio inscrito de nuestra rotonda es de 39m (estando dentro de los parámetros exigidos).



Imagen. Ilustración de Rotonda

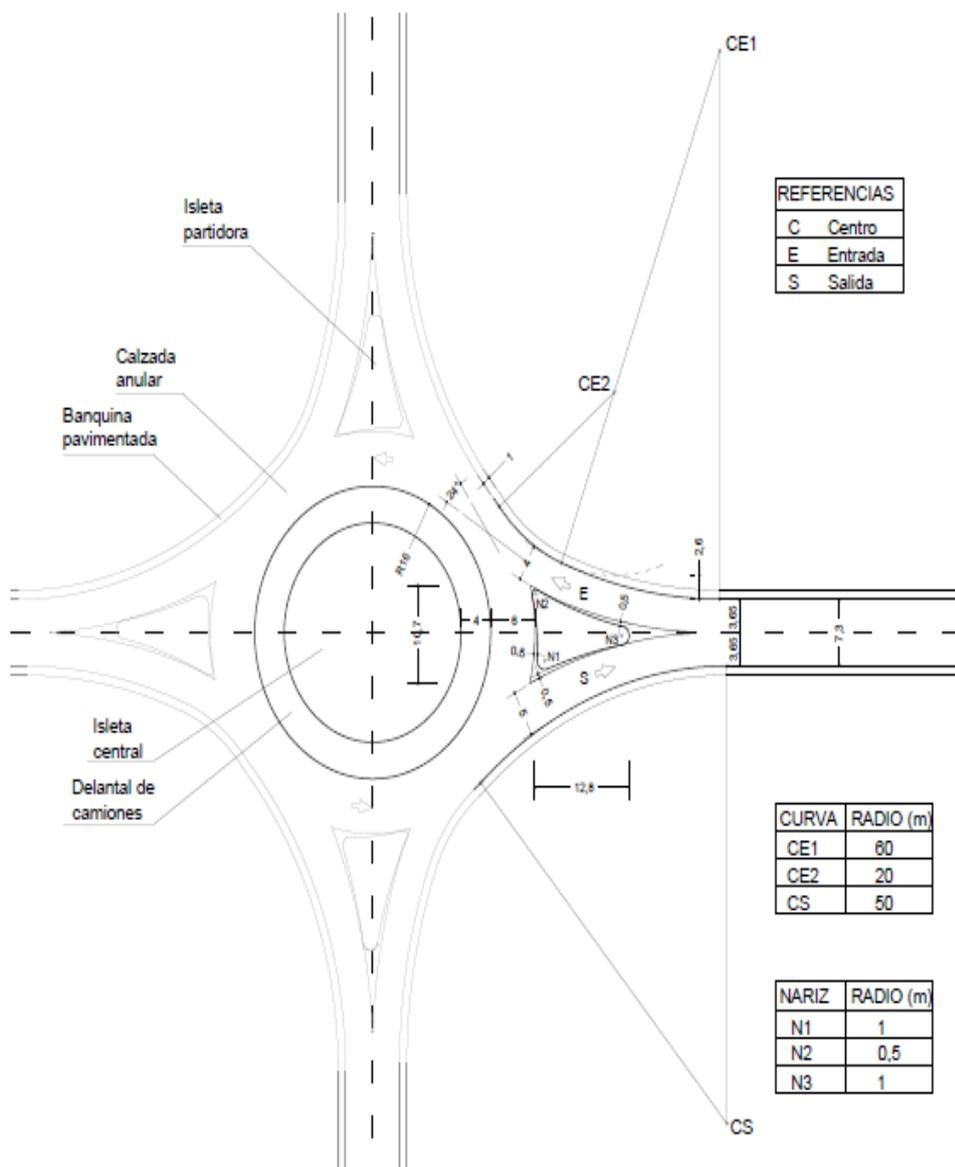
Para la ubicación de la rotonda, consideramos los terrenos fiscales para disminuir costos de expropiación de terrenos. Se observa en la imagen un lugar físico (rombo de visibilidad libre de obstáculos) para el emplazamiento de la misma que nos permite un adecuado diseño, por lo que adaptaremos sus dimensiones dentro de las normativas de Vialidad Nacional.

Por otro lado debemos corregir una de las colectoras, realizando un desvío que nos permita el emplazamiento de la rotonda y a su vez poderle dar continuidad a ésta.

ROTONDA MODERNA DE UN CARRIL

PASOS DEL DISEÑO

1. Elegir el radio de la isleta central, según recomendaciones [5.7.8].
2. Determinar el ancho de la calzada anular, según radio y vehículo tipo usual (SU).
3. Determinar el ancho del delantal para camiones, usando el semirremolque tipo (WB-15).
4. Elegir el radio del borde exterior de la rama de salida, tangente al borde exterior del anillo y al borde de la calzada normal [5.7.8].
5. Fijar el ancho en el punto de contacto con el anillo; luego diseñar el borde interior (tangente al eje de la calzada normal y al borde interior del anillo).
6. Elegir el radio -o combinación de radios- del borde exterior de la rama de entrada, con el retranqueo del radio menor respecto al borde del acceso [5.7.8].
7. Fijar el ancho en el punto de contacto con el anillo; luego diseñar el borde interior.
8. Verificar el ángulo de entrada [5.7.2].
9. Ubicar las narices de la isleta partidora (radio 0,5 m o 1 m), con retranqueo para aquellas que el tránsito encuentra de frente.
10. Definir los cordones de la isleta partidora, con tangencia en las narices.
11. Verificar el tamaño de la isleta partidora [5.7.8].
12. La isleta central será elevada, con relleno convexo.
13. Definir la terminación de los bordes exteriores:
  - En zona urbana, generalmente será con cordones -cuneta.
  - En zona rural, con banquetas amplias (pavimentadas al menos 1m, con color o textura diferente a la calzada), y con taludes tendidos (1:6).



REFERENCIAS	
C	Centro
E	Entrada
S	Salida

CURVA	RADIO (m)
CE1	60
CE2	20
CS	50

NARIZ	RADIO (m)
N1	1
N2	0,5
N3	1

### **III. REPAVIMENTACION**

#### **III.1. OBRA EXISTENTE**

Tramo: Rincón De Los Sauces – Empalme Ruta Provincial N° 8

Relevamiento del estado superficial de la Calzada Existente

##### **a. Sección I: km 0 +000 y Rotonda Empalme RP N° 5**

Este sector se encuentra totalmente fisurado, con pavimento envejecido y desprendimientos de la carpeta asfáltica, no se observa compromiso de la estructura, ni ahuellamiento en todo este sector.

Se prevé la demolición o fresado de la capa de rodamiento para reconstruir la base granular incorporando el material asfáltico envejecido en un espesor que será determinado en función de los estudios que se realicen a la estructura. Posteriormente a dicha tarea se ejecutará una carpeta asfáltica en un espesor a determinar.

Superficie en metros cuadrados = Long.  $800 * 7.30 = 5.840 \text{ m}^2$  de reclamado Superficie en metros cuadrados = Long.  $800 * 6.70 = 5.360 \text{ m}^2$  de carpeta de rodamiento.

##### **b. Sección II: Rotonda Empalme RP N° 5 - km 3+700**

Se encuentra en el mismo estado que la sección anterior.

Se prevé la demolición o fresado de la capa de rodamiento para reconstruir la base granular incorporando el material asfáltico envejecido en un espesor que será determinado en función de los estudios que se realicen a la estructura. Posteriormente a dicha tarea se ejecutará una carpeta asfáltica en un espesor a determinar.

Long:  $2900 \text{ mts} * 7.30 \text{ ancho} = 21.170 \text{ m}^2$  de reclamado

Long:  $2900 \text{ mts} * 6.70 \text{ ancho} = 19.430 \text{ m}^2$  de carpeta de rodamiento.

##### **c. Sección III: km 3+700 – km 4+000**

Se evidencia el colapso de la calzada existente que afecta unos 800 m, como consecuencia de una lluvia extraordinaria que se desarrolló en la cuenca correspondiente a dicho sector. Esta produjo la rotura total de la obra básica (terraplenes, defensas, badén, etc.) en una longitud de 120 mts.

El tráfico de este sector se efectúa por un desvío del lado izquierdo (LI) en el sentido progresivo.

Como solución del tramo evaluado se recomienda: Proyecto y Construcción de obra hidráulica (que no corresponde a esta encomienda) con el fin de evitar futuros inconvenientes. Una vez realizada esta etapa, se deberá reconstruir el perfil de obra básica para reconfigurar el paquete estructural de la calzada.

##### **d. Sección IV: km 4+000 – km 6+900**

El grado de deterioro que presenta esta sección es importante, se observó la presencia de baches generalizados de profundidad considerable, que impide que el tránsito vehicular pueda circular a las velocidades mínimas de diseño y genera condiciones de inseguridad vial.

Este sector requiere la demolición de la calzada existente, reacondicionamiento de la base granular y ejecución de la capa asfáltica de rodamiento en espesores a determinar.

Reacondicionamiento de la base Long: 2900 mts \* 7.30 ancho = 21.170 m<sup>2</sup>

Carpeta de concreto asfáltico Long: 2900 mts \* 6.70 ancho = 19.430 m<sup>2</sup>

**e. Sección V: km 6+900 – km 17+500**

Esta sección está compuesta por un tratamiento superficial envejecido, presenta baches superficiales y puntualmente alguno de ellos profundos. Existen sectores con desprendimientos de la capa asfáltica. La mayor parte de los baches se presentan a partir de la progresiva 12+200. Dicho bacheo se ha marcado con pintura de color rojo delimitando la zona a intervenir. En el anexo 1 se presentan las progresivas kilométricas (PK) de cada bache, como así también las dimensiones de intervención. Las superficies estimadas de bacheo de 176 m<sup>2</sup> y correspondiendo a un 9 % de bacheo profundo.

Se considera la ejecución de bacheo superficial realizando el perfecto encuadramiento, reacondicionamiento del perfil de la base de asiento, imprimación, riego de liga en la superficie y en los bordes para posteriormente colocar mezcla asfáltica. Realizada la operación mencionada precedentemente se deberá ejecutar una capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente.

En ejecución del bacheo profundo se deberá reconstituir la base para luego realizar las mismas operaciones que el bacheo superficial.

Bacheo superficial 161 m<sup>2</sup>

Bacheo profundo 15 m<sup>2</sup>

Carpeta de rodamiento Long: 10600 mts \* 6.70 ancho = 71.020 m<sup>2</sup>

**f. Sección VI: km 17+500 – km 19+200**

En este sector se presentan deterioros considerables con gran parte de la base granular deteriorada. Presenta baches profundos, con deterioro y desprendimientos y rotura de los bordes de la capa asfáltica.

En virtud del grado de deterioro que presenta se considera conveniente la reconstrucción total del sector, en las mismas condiciones que la Sección I y II.

Reconstrucción de la base en 1600 m\* 7.30m de ancho = 11.680 m<sup>2</sup>

Long: 1700 m\* 6.70 m de ancho = 11.390 m<sup>2</sup> de carpeta a ejecutar

**g. Sección VII: km 19+200 – km 27+700 (Empalme Acceso yac. Auca Mauida) – km 27+700**  
Sector donde también se manifiestan baches superficiales, tratamiento envejecido y desprendimientos, se recomienda bacheo superficial y reparaciones menores y la ejecución de una capa de rodamiento a los afectos de garantizar la impermeabilidad y las características superficiales de la capa de rodamiento. Se considerará la posibilidad de ejecutar una carpeta tipo lechada asfáltica.

La superficie de bacheo total es de 223 m<sup>2</sup> de los cuales aproximadamente 23 m<sup>2</sup> corresponden a bache profundo.

Bacheo superficial 200 m<sup>2</sup>

Bacheo profundo 23 m<sup>2</sup>

Long: 8500 mts \* 6.70 ancho = 56.950 m<sup>2</sup>.

#### **h. Sección VIII: km 27+700 – km 31+700**

El ancho de calzada de rodamiento se encuentra reducido con escasa transitabilidad, de hecho los vehículos circulan por el sector de banquina. Dado el grado de deterioro y bacheo que presenta se recomienda la demolición del pavimento existente, reconstrucción de la base granular y ejecución de carpeta asfáltica en caliente en espesor a determinar en función de los estudios futuros.

Reconstrucción de la base Long: 4000 m \* 7.30 m ancho = 29.200 m<sup>2</sup>

Long: 4000 m \* 6.70 m ancho = 26.800 m<sup>2</sup> de carpeta de rodamiento

#### **i. Sección IX: km 31+700 – fin de tramo**

Esta última sección no se observan grandes deterioros, se propone para este tramo la ejecución de una lechada asfáltica para preservar y aumentar la durabilidad de la capa asfáltica existente, esto además permitirá la mejora de las características superficiales existentes. Precio a la ejecución de la tarea mencionada precedentemente se deberá ejecutar un bacheo superficial en 89 m<sup>2</sup>, cabe consignar que en esta sección no se observó baches profundos

Bacheo superficial 89 m<sup>2</sup>

Long: 20.000 m \* 6.70 ancho = 134.000 m<sup>2</sup>

### **III.2. DISEÑO, SEGÚN MARCO NORMATIVO DE REFERENCIA**

#### **1.- CONSIDERACIONES GENERALES**

El diseño está basado en los resultados de los estudios de suelos efectuados sobre la traza y los materiales locales aledaños provenientes de yacimientos; en el análisis de tránsito y en los parámetros que se obtuvieron de los métodos de diseño utilizados.

Se diseñó un paquete estructural correspondiente a la alternativa de pavimento flexible.

Para el cálculo del pavimento se tomaron 3 secciones las cuales están divididas por la obra a realizar. Sección I obra nueva, sección II fresado y repavimentación, sección III reclamado y repavimentación.

#### **2.- CRITERIO DE DISEÑO ESTRUCTURAL**

Para el cálculo del diseño estructural del pavimento flexible se emplearon los métodos de la AASHTO 1993.

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE

### Calzada Principal

El cálculo se realizó considerando los tramos considerados la estimación de tránsito

#### Método de diseño AASHTO 1993

Se adoptaron los siguientes parámetros para la aplicación del método:

Confiabilidad R: De acuerdo con la clasificación de ruta interestatal y autopista, definida como zona suburbana se adoptó una confiabilidad de 80%.

Dispersión general ( $S_o = 0,49$ ): Tomada según el tipo de pavimento flexible y considerando las posibles variaciones en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.

Tránsito: Según el estudio de tránsito realizado en la presente encomienda.

De acuerdo con el estudio de tránsito, se tiene el valor del TMDA para el año 2016, con su correspondiente composición vehicular y las tasas de crecimiento que se indican en el capítulo correspondiente.

Se efectuaron las proyecciones para determinar el número de ejes equivalentes de 18.000 lbs. ( $W_{18}$ ), considerando: tasa de crecimiento promedio hasta el año de inauguración y durante la vida útil, compatibles con la estimación de tránsito.

Con dicha información, se calcularon los ESALs (Ejes equivalentes de 8.2 toneladas) para cada uno de los 7 tramos considerados en el proyecto. La razón de este proceder es que cada uno presenta distinto TMDA.

Se tomaron las siguientes hipótesis:

- Período de diseño: 10 años
- Tasa de crecimiento: 2%
- Factor por sentido: 0.5
- Factor por número de trochas: 1

Tabla N°1: ESALs por tramo

Coeficiente de drenaje: Considerando que el porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación y la calidad de drenaje es buena, se adoptó un coeficiente de drenaje  $C_d = 1,00$

Módulo Resiliente (MR): En base a las investigaciones geotécnicas a lo largo de la traza y de yacimientos se definieron las características y condiciones de los materiales de la subrasante.

Debido a los suelos que serán utilizados para la obra, se adopta un valor soporte de diseño de 5% para la sección I y II y un valor soporte de diseño de 6% para la sección III, obteniéndose un módulo resiliente MR de psi, mediante la utilización de ábacos.

Pérdida de Serviciabilidad Presente:

$$\Delta PSI = PSI_{(inicial)} - PSI_{(final)}$$

La serviciabilidad inicial  $P_o$  para pavimentos flexibles se consideró de 4,2, mientras que la serviciabilidad final  $P_t$  (camino importantes) se consideró de 2,5. Como consecuencia, se estableció una pérdida de serviciabilidad de 1,7.

$$\Delta PSI = 4,2 - 2,5 = 1,7$$

Adoptando los parámetros descriptos anteriormente, se determinó el número estructural necesario para cada sección, obteniéndose los siguientes valores (ver el cálculo en ANEXO I):

SECCION	SN necesario
I	4.34
II	4.34
III	4.07

**Tabla N°2: SNnec por tramo**

Una vez obtenido el número estructural necesario, el último paso consistió en proyectar los espesores de los paquetes estructurales para cada sección, según las siguientes capas: carpeta de mezcla bituminosa tipo concreto asfáltico, base de mezcla bituminosa tipo concreto asfáltico, base de estabilizado granular y sub-base de estabilizado granular.

### **Paquete estructural N° 1**

Adoptamos un espesor de concreto asfáltico para carpeta de con  $D^1 = 6 \text{ cm}$  lo cual:

$$SN_1 = a_1 D_1 = 0,17 \times 7 = 1.19$$

Para la base de concreto asfáltico se adopta un espesor de  $D^2 = 6 \text{ cm}$  lo tanto:

$$SN_2 = 6 \times 0.17 = 1.70$$

Para la base de estabilizado granular se adopta un espesor de  $D_3 = 20 \text{ cm}$  por lo tanto:

$$SN_3 = 20 \times 0.06 \times 1,00 = 1.20$$

Para la Sub-base de estabilizado granular se adopta un espesor de  $D_4 = 20 \text{ cm}$ , por lo tanto:

$$SN_4 = 20 \times 0.055 \times 1,00 = 1.10$$

De esta manera quedan determinados los espesores de cada capa seleccionada.

Se ha adoptado un perfil tipo de pavimento con un SN proyectado 4.34 que verifica los requerido para la sección 1, optimizando el diseño y facilitando constructivamente la ejecución de la obra en todo el tramo en estudio.

### **Paquete estructural N° 2**

Adoptamos un espesor de concreto asfáltico para carpeta de ,  $D^1 = 5 \text{ cm}$  con lo cual:

$$SN_1 = a_1 D_1 = 0,17 \times 5 = 0.85$$

De esta manera quedan determinados los espesores de cada capa seleccionada.

Se ha adoptado un perfil tipo de pavimento con un SN proyectado 0.85 que verifica lo requerido para las seccion2, optimizando el diseño y facilitando constructivamente la ejecución de la obra en todo el tramo en estudio.

### **Paquete estructural N° 3**

Adoptamos un espesor de concreto asfáltico para carpeta de con  $D^1 = 7 \text{ cm}$  lo cual:

$$SN_1 = a_1 D_1 = 0,17 \times 7 = 1.19$$

De esta manera quedan determinados los espesores de cada capa seleccionada.

Se ha adoptado un perfil tipo de pavimento con un SN proyectado 1.19 que verifica lo requerido para las seccion3.

**ANEXO I**  
**CÁLCULO DE ESALS**

**Sección I**

CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES DE 10t Y 18000 lbs						
VIDA UTIL (años)=				10	"1"	
ULTIMO AÑO DE TMDA MEDIDO=				2016	"2"	
TMDA DATO=				4500	"3"	
AÑO INAUGURACION=				2018	"4"	
TASA DE CRECIMIENTO HASTA EL AÑO DE INAUGURACION=				2,00	"5"	
NUMERO DE AÑOS PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE "a1"="4"-2+1				3	"6"	
COEFICIENTE "a" = (1+"5")^(6-1)				1,040	"7"	
TMDA PRONOSTICADO PARA EL AÑO DE LA INAUGURACION=				4682	"8"="7" * "3"	
TASA DE CRECIMIENTO DURANTE LA VIDA UTIL=				2,00	"9"	
COEFICIENTE "b" PARA LOS AÑOS DE VIDA UTIL=((1+"9")^1-1)/("9**1")				1,095	"10"	
TMDA PRONOSTICADO DURANTE LA VIDA UTIL= "8" * "10"				5126	"11"	
FACTOR POR NUMERO DE TROCHAS=				1,0	"12"	Varía entre 0.8 y 1.0
TIPO DE VEHICULOS	DISTRIBUCION DE LOS EJES	NUMERO DE EJES	TMDA	PORCENTAJE DE CADA TIPO DE VEHICULO (%)	FACTOR C	CT
		"13"		"14"	"15"	"13" * "14" * "15"
AUTOMOVILES, JEEPS Y CAMIONETAS	1,1	2	3596	79,90	0,01	0,0160
OMNIBUS Y COLECTIVOS	1,1	2	54	1,20	0,07	0,0017
CAMIONES SIN ACOPLADO	1,1	2	329	7,30	0,60	0,0876
	1,2	3	0	0,00	0,38	0,0000
CAMIONES CON ACOPLADO	11-11	4	0	0,00	0,60	0,0000
	11-12	5	113	2,50	0,39	0,0488
	12-11	5	0	0,00	0,47	0,0000
	12-12	6	0	0,00	0,32	0,0000
SEMI-REMOLQUES	111	3	0	0,00	0,54	0,0000
	112	4	410	9,10	0,45	0,1638
	113	5	0	0,00	0,41	0,0000
	122	5	0	0,00	0,35	0,0000
			4500	100,00	CT SUMA "16"	0,3178
						522
						11,60
						851
						Total camiones
FACTOR DE CONTRIBUCION COMBINADO Ct=			0,3178		"16" (ejes 10t/vehículo)	
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 10t =			2.973.352		"17" = 0.5 * "1" * 365 * "11" * "12" * "16"	
<b>NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 18.000lb =</b>			<b>6.541.375</b>		"18"= "17" * 2,2	

### **III.3. OBRAS A EJECUTAR**

Sección I, II, III y VII:

Se propone como solución

- Demolición o fresado de la capa de rodamiento
- Reconstrucción la base granular incorporando el material asfáltico envejecido en un espesor de 0,20m
- Riego de imprimación
- Riego de liga 0,6l /m<sup>2</sup>
- Carpeta asfáltica CA30 0,05m de espesor

Sección III y V VI

Como solución a los baches superficiales se propone

- Apertura de bacheo
- relleno con material de similar característica
- Riego de imprimación
- carpeta de rodamiento de bajo espesor con mezcla asfáltica en caliente y con tamaño máximo 12mm en un espesor de 0,03m.
- Riego de liga 0,6l /m<sup>2</sup>
- Carpeta asfáltica CA30

Además de la colocación de carpeta tipo lechada asfáltica en todo el tramo.

Sección IV

Se recomiendan las mismas soluciones que la sección IV V y VII. Además de la ejecución del bacheo profundo, que se deberá reconstituir la base para luego realizar las mismas operaciones que el bacheo superficial indicado precedentemente.

Sección VIII

- Ejecución de lechada asfáltica

Comentarios generales para todas las secciones.

Para completar las tareas indicadas en cada una de las secciones se deberán realizar también los siguientes trabajos:

- La conformación de las banquetas en un ancho a consensuar con la D.P.V.
- La demarcación horizontal en su totalidad y la vertical que se considere conveniente.
- Colocar mojones kilométricos en toda la traza estudiada.

## IV. PUENTE S/ ARROYO Prog. 0+625 km

### IV.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### Obras Existentes

Este documento corresponde al Proyecto del Puente sobre Arroyo en Ruta Provincial N° 6.

Actualmente se encuentra un puente con deficiencias estructurales, por lo que existe un desvío sobre mano izquierda (Imagen IV.1.1. Desvío provisorio Puente N°1 sobre arroyo) el cual, en épocas de crecidas, imposibilita el tránsito vehicular. Por este motivo, se proyectó un puente para generar continuidad en la vía.



#### Imagen IV.1.1. Desvío provisorio Puente N°1 sobre arroyo

Se proyecta un puente de dos tramos de 19.90m de luz, constituido por un tablero de vigas prefabricadas pretensadas de 18.75m de luz, soportados por estribos cerrados para proteger el talud de aproximación del puente de posibles erosiones marginales que pudiera provocar el arroyo. La fundación de estribos y pilas se plantea en forma indirecta mediante pilotes de 1.00m de diámetro.

El tablero se resuelve mediante seis vigas prefabricadas de sección "I" de 1.15m de altura, con una sola etapa de tesado en banco. Este tablero incluye una calzada de 7.30m de ancho, y dos banquetas de 3.00m. A ambos lados se disponen dos cordones de 0.60m de ancho en donde se prevé la colocación de una baranda metálica tipo flex beam doble. La calzada presenta una pendiente transversal del 2%.

Sobre las vigas principales se coloca la losa del tablero de 20cm de espesor total. La losa está compuesta por prelasas de 5cm de espesor que cumplen la función de encofrado y contienen la armadura principal inferior. Sobre las prelasas se coloca el hormigón en segunda etapa de 0.15m con la armadura complementaria de la losa.

El hormigón de las vigas principales será H-38 y el acero de pretensado corresponde a cordones de acero especial C-1900 Grado 270 de Baja Relajación, de 12.7 mm de diámetro nominal. El sistema de pretensado a utilizar será por adherencia directa en banco, que consiste en tesar en primera instancia los cables reaccionando contra los cabezales del banco de pretensado, en segundo término se hormigona la pieza y se realiza el curado avapor, y finalmente, cuando la pieza ha adquirido la resistencia suficiente, se realiza la

transferencia gradual del pretensado del banco a la pieza. El hormigón de las prelosas y de segunda etapa de la losa de tablero será H-21.

El diseño de la superestructura del puente contempla la ejecución de vigas transversales extremas en cada uno de los tramos. Las vigas transversales se construirán utilizando un hormigón H-21.

Los estribos del puente son de tipo cerrado y están constituidos por un muro frontal y dos muros de vuelta que descansan sobre una platea inferior. La misma tiene por finalidad impedir el derrame del terraplén por debajo del estribo en caso de producirse compactaciones deficientes o erosiones de márgenes excesivas. Los muros laterales son rectangulares y se completan con alas trapezoidales que se extienden para contener y proteger el talud lateral de aproximación al puente. La fundación de los tres muros que componen el estribo, se materializa mediante cuatro pilotes delanteros y dos pilotes traseros de 1.20m de diámetro. Los conos de terraplén se revestirán con protecciones de colchonetas de gaviones sobre manto de geotextil. El hormigón de todos los elementos del estribo será tipo H-21.

El diseño de los puentes se completa con desagües extremos, losa de aproximación de 6 m de longitud y juntas de dilatación de tipo elástica (juntas de asfalto polimerizado tipo Thormack). Se prevé la construcción, en una segunda etapa, de la carpeta de rodamiento de concreto asfáltico de 5cm de espesor.

La ingeniería de detalle se realizará considerando las sobrecargas correspondientes a la Categoría A-30 indicada en las "Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado" y sus modificaciones complementarias de la Dirección Nacional de Vialidad (D.N.V.). El diseño de secciones de hormigón armado y pretensado se realizará según el Reglamento CIRSOC 201 (Tomos I y II).

## **IV.2. MARCO NORMATIVO DE REFERENCIA**

En este apartado se indica el marco normativo de referencia para el diseño de las estructuras y fundaciones de los Puentes.

Las cargas de proyecto y los requerimientos de las estructuras se determinarán según:

- Bases para el Cálculo de Puentes de la D.N.V. (Tren de Cargas A-30)
- Reglamentos CIRSOC

En los temas, casos, materiales, procedimientos o sistemas no totalmente contemplados en las normas y especificaciones antedichas, serán aplicadas normas de validez y crédito internacional (DIN, ASTM, AASHTO, BS, etc.).

Como documentación de referencia se adoptará la siguiente:

- Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado de la D.N.V.
- Reglamento CIRSOC 201 y Anexos - Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado.
- Normas Antisísmicas Argentinas (NAA), edición 1980. Revisión de 1984.
- AASHTO – LRFD Bridges Design Specifications.

La lista de normas indicadas arriba se refiere al marco normativo de referencia para el diseño de las obras.

Para el diseño de cada estructura se considerará la totalidad de los documentos de incumbencia y estudios básicos específicos.

### **IV.3. BASES PARA EL DISEÑO DEL PUENTE**

#### **INTRODUCCIÓN**

Las presentes Bases de Diseño tienen por objeto definir los criterios con los cuales se proyectará el puente.

#### **CARGAS REGLAMENTARIAS DE SERVICIO**

Las cargas que se describen en este apartado son aquellas que corresponden a un estado en servicio del puente. Por ello, la determinación de armaduras o verificación seccional de los distintos componentes del puente se llevará a cabo teniendo en cuenta la combinación de las cargas de servicio más desfavorable para la estructura.

Las solicitaciones consideradas se describen en los párrafos que se presentan a continuación.

#### **CARGAS PERMANENTES**

Se considerarán como cargas permanentes en la superestructura aquellas originadas por el peso propio de los elementos componentes del puente: Vigas principales, vigas transversales, tablero del puente, veredas, barandas, estribos, etc. También se consideran en esta categoría cualquier elemento que permanezca por tiempos indefinidos sobre la estructura.

Los pesos unitarios de uno de los materiales que componen los elementos mencionados que se adoptaron para cálculos son los siguientes:

- Hormigón armado preesforzado y convencional =  $2.4 \text{ t/m}^3$
- Peso de barandas metálicas =  $50 \text{ kg/m}$
- Mezcla asfáltica para pavimentos =  $2.4 \text{ t/m}^3$

#### **SOBRECARGAS DEBIDO AL TRÁNSITO**

El tren de cargas adoptado por el reglamento de la DNV para caracterizar las sobrecargas debido al tránsito consiste en una muchedumbre compacta sobre la calzada y un vehículo tipo, denominado aplanadora. Además se prevé la existencia de una sobrecarga de vereda, en los espacios del puente destinados a la circulación peatonal.

La sobrecarga móvil adoptada en este trabajo se encuadra dentro de la definición de "Categoría A-30" del Reglamento de Puentes de la DNV debido a que el puente a verificar se encuentra sobre corredores de jurisdicción provincial.

La sobrecarga total móvil adoptada en el diseño, resulta entonces, de la suma de tres tipologías de cargas:

- 1) Aplanadoras A-30
- 2) Multitud compacta sobre la calzada
- 3) Sobrecarga en las veredas

Estas tipologías deben combinarse de manera que provoquen los esfuerzos máximos en cada elemento estructural.

### APLANADORAS A-30

Se deberá colocar una aplanadora en cada faja de circulación prevista en el puente, asignado a cada carril de circulación un ancho de 3.00 m. De acuerdo a la especificación de la DNV para el diseño de puentes de hormigón armado, el dimensionado se realizará con la sobrecarga ubicada en la posición más desfavorable para cada elemento del puente. En la Figura 1 se presenta un esquema de la aplanadora a considerar como parte de la sobrecarga móvil en los puentes.

Rodillo	Cantidad	Carga	Área de aplicación
Rodillo delantero (Rd)	1	13 t	1.20 x 0.10
Rodillo trasero (Rt)	2	8.5 t	0.50 x 0.10
Peso total de Aplanadora A-30		30 t	2.50 x 6.00

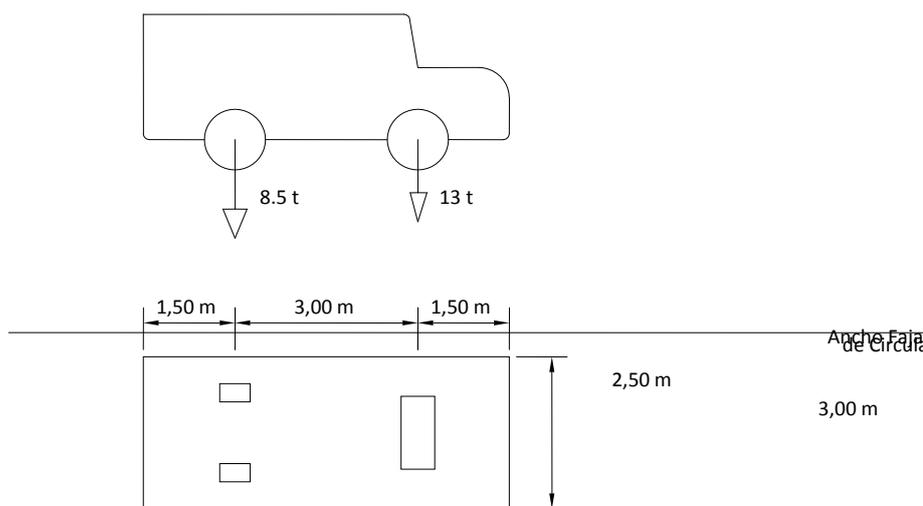


Figura 1. Esquema de la aplanadora a considerar como parte de la sobrecarga móvil

El reglamento de la DNV permite utilizar un factor de reducción por simultaneidad de aplanadoras. Este factor es igual a 1 cuando se colocan en el puente una o dos aplanadoras. Para tres aplanadoras, el coeficiente es igual a 0.95 y se reduce a 0.90 para cuatro o más vehículos tipo. Para el diseño de la losa de tablero la reglamentación permite utilizar un coeficiente de reducción igual a 0.80, para cualquier número de aplanadoras que se considere.

## MULTITUD COMPACTA SOBRE CALZADA

Esta carga se refiere a la carga uniformemente distribuida aplicada fuera de la zona ocupada por las aplanadoras. El valor de esta carga se obtendrá con la aplicación de la siguiente formula:

$$p = 0.365 + \frac{80 \times 10^6}{(L^3 + 50L^2 + 334000) \times 10^3} \left[ \frac{tn}{m^2} \right]$$

Donde: L es la longitud de la zona cargada.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la expresión anterior para determinar la multitud compacta sobre la calzada para luces de distinta longitud.

Tabla 1. Cargas distribuidas por multitud compacta para verificación de elementos estructurales

Elemento	Longitud Cargada	Sobrecarga móvil distribuida
Losa de tablero	pequeña	0.600 t/m <sup>2</sup>
Viga longitudinal	L = 20 m	0.586 t/m <sup>2</sup>
	L = 25 m	0.575 t/m <sup>2</sup>
	L = 30 m	0.562 t/m <sup>2</sup>
	L = 35 m	0.548 t/m <sup>2</sup>

## SOBRECARGA EN LAS VEREDAS

La sobrecarga a colocar en las veredas del puente será la siguiente:

$$p = 0.400 \text{ t/m}^2$$

## COEFICIENTE DE IMPACTO

El Coeficiente de impacto que se aplicará a aplanadoras y a la multitud compacta sobre calzada se obtiene con la siguiente expresión:

$$I = 1 + [ 0.3 - 0.005 \times (L_{\text{tramo}} - 10) ]$$

donde L es la luz de apoyo del elemento estructural considerado. En la Tabla 2 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran ejemplos de valores del coeficiente de impacto para luces de distinta longitud. El coeficiente de impacto sólo afecta a los elementos del tablero, por cuanto estos son los que se ven solicitados por las cargas dinámicas de la calzada. Los efectos dinámicos no serán considerados para el análisis de la infraestructura, tal como lo especifica el reglamento para diseño de puentes de la DNV.

Tabla 2. Coeficientes de impacto

Elemento	Luz de apoyo	Coefficiente de impacto
Losa de tablero	pequeña	1.40
Viga longitudinal	L = 20 m	1.25
	L = 25 m	1.225
	L = 30 m	1.20
	L = 35 m	1.175
Pilotes y cabezales de fundación		Sin impacto

## FUERZAS LONGITUDINALES DEBIDAS AL FRENADO DE LOS VEHÍCULOS Y FUERZAS DE MOVIMIENTOS LENTOS

El frenado y movimiento de los vehículos que circulan por el puente originan fuerzas horizontales de dirección longitudinal sobre las pilas del puente. El reglamento de diseño estipula que se tomará como fuerza longitudinal debido al frenado de los vehículos el mayor de los siguientes valores:

- (a) El 15 % del peso total de todas las aplanadoras en la calzada.
- (b) El 4 % del peso total de la muchedumbre compacta sobre toda la superficie en donde está aplicada.

Las fuerzas debido al movimiento de los vehículos y de los dispositivos de apoyo se estiman de acuerdo al dispositivo de apoyo que se encuentre en cada pila del puente.

## FUERZAS DEBIDO AL VIENTO

Se considera también la acción del viento sobre los elementos estructurales. Para cuantificar la fuerza originada por el viento se adoptan dos estados de funcionamiento del puente: puente cargado o puente vacío. Para el primer caso de carga, se adopta una presión de viento igual a 250 kg/m<sup>2</sup>, mientras que para el segundo caso se adopta una presión de 150 kg/m<sup>2</sup>.

Para el caso de puente cargado, se aplicará la presión de viento a una superficie que abarca toda la longitud del puente en una altura igual a la distancia comprendida entre el fondo de vigas de tablero y la carpeta de rodamiento más una faja de 2.0 m de alto por encima de la carpeta de rodamiento.

En el estado con el tablero del puente vacío, se considerará una superficie expuesta igual a la proyección vertical de las vigas longitudinales más la altura de la defensa de tránsito.

## EMPUJE DE SUELOS EN LOS ESTRIBOS

Se calcularon los empujes de suelos según los siguientes valores:

- Talud ángulo 30°
- Angulo de fricción entre muro y suelo 0°
- Peso específico del suelo 1,9 t/m<sup>3</sup>
- Sobrecarga equivalente sobre terraplén de acceso h = 1.00 m

Los valores citados son estimados en base a la experiencia ya que no se cuenta con datos precisos del material con el que se conformarán los terraplenes de acceso al puente. Sin embargo, se considera que los valores adoptados son conservadores.

## RETRACCIÓN

Para la determinación de los efectos generados por la retracción se seguirán las indicaciones contenidas en el reglamento CIRSOC 201, se adoptará para el valor básico de la retracción  $25 \times 10^{-5}$  a tiempo infinito mientras que el coeficiente que contempla la variación en el tiempo de la retracción tomará un valor de 0.5.

## FLUENCIA

Para determinar las fuerzas generadas por la acción de fluencia lenta se utilizará el procedimiento descrito en el Reglamento CIRSOC 201. Adoptándose un factor de fluencia igual a 2.0.

## SÍSMICA

Según el lugar en que está emplazado el puente y la norma antisísmica argentina del año 1980 NAA 80 corresponde a la zona 1 y el coeficiente sismo zonal es de  $C_o = 0.025$ .

## TEMPERATURA

El coeficiente de dilatación / contracción térmica adoptado para los elementos de hormigón es de  $1 \times 10^{-5}$ . Para obtener las solicitaciones por efecto de la temperatura se considerará un salto medio térmico de  $\pm 25^\circ$  con respecto a la temperatura de montaje.

## COMBINACIONES DE CARGA

El reglamento para diseño de puentes de Hormigón Armado de la DNV indica que los elementos estructurales se dimensionarán para la situación más desfavorable representada por las cargas móviles provenientes del tránsito. Además, los puentes se encuentran sometidos a diversas cargas como viento, sismos, presiones hidrostáticas etc., tal como se describiera en el apartado precedente.

En este apartado se presentan las combinaciones de carga consideradas para el dimensionado de los elementos estructurales de los puentes.

## TABLERO DEL PUENTE

El tablero del puente se encuentra compuesto por las vigas principales y la losa de tablero. Estos elementos no resisten esfuerzos provenientes de viento por cuanto su función es transmitir estas acciones a la infraestructura.

Por ello, la carga con la que se dimensiona los elementos del puente será la proveniente del tránsito en el puente y su peso propio. Estas cargas son afectadas por un coeficiente de impacto. La sobrecarga móvil se coloca en la posición más desfavorable para los elementos del tablero.

## ESTRIBOS

Las Combinaciones de los Estados de carga que se utilizarán en el proyecto para la determinación de las solicitaciones en las pilas corresponden a estados de servicio siendo estas combinaciones las siguientes:

1. Peso propio + Peso del Tablero + Multitud Compacta + Aplanadoras A-30 + Empuje estático de suelo sobre el estribo
2. Peso propio + Peso del Tablero + Multitud Compacta + Aplanadoras A-30 + Fuerzas de Viento con puente cargado + Frenado + Empuje estático de suelo sobre el estribo

3. Peso propio + Peso del Tablero + Fuerzas de Viento con puente descargado + Fuerzas de movimientos lentos + Empuje estático de suelo sobre el estribo

Para la determinación de esfuerzos en estribos se considerarán las combinaciones de carga antes mencionadas incorporando el empuje de suelos en cada una de ellas. Para determinar estos empujes se utilizará la teoría de Estados Límites.

## **PILAR**

Las Combinaciones de los Estados de carga que se utilizarán en el proyecto para la determinación de las solicitaciones en las pilas corresponden a estados de servicio siendo estas combinaciones las siguientes:

1. Peso propio + Peso del Tablero + Multitud Compacta + Aplanadoras A-30 + Empuje estático de suelo sobre la pila.
2. Peso propio + Peso del Tablero + Multitud Compacta + Aplanadoras A-30 + Fuerzas de Viento con puente cargado + Frenado + Empuje estático de suelo sobre la pila
3. Peso propio + Peso del Tablero + Fuerzas de Viento con puente descargado + Fuerzas de movimientos lentos + Empuje estático de suelo sobre la pila

Para la determinación de esfuerzos en pilas se considerarán las combinaciones de carga antes mencionadas incorporando el empuje de suelos en cada una de ellas. Para determinar estos empujes se utilizará la teoría de Estados Límites.

## V. PUENTE SOBRE ARROYO Prog. 4+560 km – 5+200 km

### V.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

Este documento corresponde al Proyecto del Puente sobre Arroyo en Ruta Provincial N° 6.

Actualmente, debido a una crecida extraordinaria, la alcantarilla ubicada en ese lugar fue arrasada, por lo que existe un desvío transitorio sobre mano izquierda en el cual solamente se permite el paso por la vía alternativa cuando este se encuentra sin agua. (Imagen V. 1.1.)

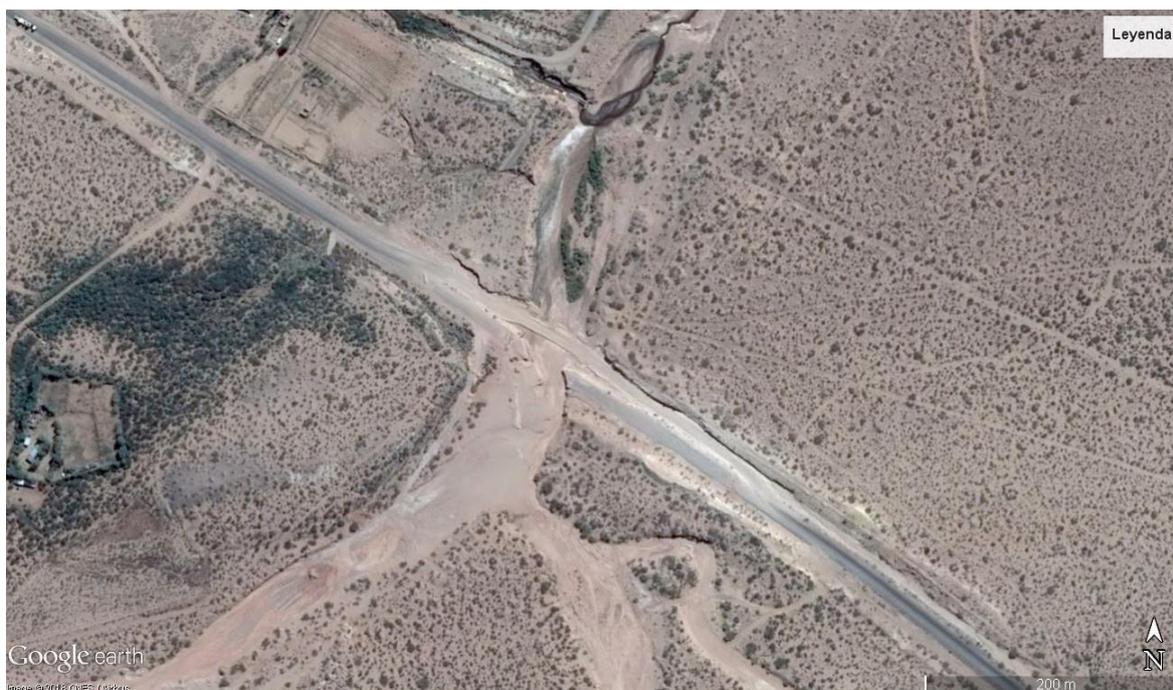


Imagen V. 1.1. Desvío de Puente N°2 sobre arroyo

Se proyecta un puente de cuatro tramos de 19.90m de luz, con el objetivo de minimizar los costos del molde para el encofrado de las vigas, constituido por un tablero de vigas prefabricadas pretensadas de 18.75m de luz, soportados por estribos cerrados para proteger el talud de aproximación del puente de posibles erosiones marginales que pudiera provocar el arroyo. La fundación de estribos y pilas se plantea en forma indirecta mediante pilotes de 1.00m de diámetro.

El tablero se resuelve mediante seis vigas prefabricadas de sección "I" de 1.15m de altura, con una sola etapa de tesado en banco. Este tablero incluye una calzada de 7.30m de ancho, y dos banquetas de 3.00m. A ambos lados se disponen dos cordones de 0.60m de ancho en donde se prevé la colocación de una baranda metálica tipo flex beam doble. La calzada presenta una pendiente transversal del 2%.

Sobre las vigas principales se coloca la losa del tablero de 20cm de espesor total. La losa está compuesta por prelosas de 5cm de espesor que cumplen la función de encofrado y contienen la armadura principal inferior. Sobre las prelosas se coloca el hormigón en segunda etapa de 0.15m con la armadura complementaria de la losa.

El hormigón de las vigas principales será H-38 y el acero de pretensado corresponde a cordones de acero especial C-1900 Grado 270 de Baja Relajación, de 12.7 mm de diámetro nominal. El sistema de pretensado a

utilizar será por adherencia directa en banco, que consiste en tesar en primera instancia los cables reaccionando contra los cabezales del banco de pretensado, en segundo término se hormigona la pieza y se realiza el curado a vapor, y finalmente, cuando la pieza ha adquirido la resistencia suficiente, se realiza la transferencia gradual del pretensado del banco a la pieza. El hormigón de las prelosas y de segunda etapa de la losa de tablero será H-21.

El diseño de la superestructura del puente contempla la ejecución de vigas transversales extremas en cada uno de los tramos. Las vigas transversales se construirán utilizando un hormigón H-21.

Los estribos del puente son de tipo cerrado y están constituidos por un muro frontal y dos muros de vuelta que descansan sobre una platea inferior. La misma tiene por finalidad impedir el derrame del terraplén por debajo del estribo en caso de producirse compactaciones deficientes o erosiones de márgenes excesivas. Los muros laterales son rectangulares y se completan con alas trapezoidales que se extienden para contener y proteger el talud lateral de aproximación al puente. La fundación de los tres muros que componen el estribo, se materializa mediante cuatro pilotes delanteros y dos pilotes traseros de 1.20m de diámetro. Los conos de terraplén se revestirán con protecciones de colchonetas de gaviones sobre manto de geotextil. El hormigón de todos los elementos del estribo será tipo H-21.

El diseño de los puentes se completa con desagües extremos, losa de aproximación de 6 m de longitud y juntas de dilatación de tipo elástica (juntas de asfalto polimerizado tipo Thormack). Se prevé la construcción, en una segunda etapa, de la carpeta de rodamiento de concreto asfáltico de 5cm de espesor.

La ingeniería de detalle se realizará considerando las sobrecargas correspondientes a la Categoría A-30 indicada en las "Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado" y sus modificaciones complementarias de la Dirección Nacional de Vialidad (D.N.V.). El diseño de secciones de hormigón armado y pretensado se realizará según el Reglamento CIRSOC 201 (Tomos I y II).

## **V.2. MARCO NORMATIVO DE REFERENCIA**

En este apartado se indica el marco normativo de referencia para el diseño de las estructuras y fundaciones de los Puentes.

Las cargas de proyecto y los requerimientos de las estructuras se determinarán según:

- Bases para el Cálculo de Puentes de la D.N.V. (Tren de Cargas A-30)
- Reglamentos CIRSOC

En los temas, casos, materiales, procedimientos o sistemas no totalmente contemplados en las normas y especificaciones antedichas, serán aplicadas normas de validez y crédito internacional (DIN, ASTM, AASHTO, BS, etc.).

Como documentación de referencia se adoptará la siguiente:

- Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado de la D.N.V.
- Reglamento CIRSOC 201 y Anexos - Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado.
- Normas Antisísmicas Argentinas (NAA), edición 1980. Revisión de 1984.
- AASHTO – LRFD Bridges Design Specifications.

La lista de normas indicadas arriba se refiere al marco normativo de referencia para el diseño de las obras.

Para el diseño de cada estructura se considerará la totalidad de los documentos de incumbencia y estudios básicos específicos.

### **V.3. BASES PARA EL DISEÑO DEL PUENTE**

#### **INTRODUCCIÓN**

Las presentes Bases de Diseño tienen por objeto definir los criterios con los cuales se proyectará el puente.

#### **CARGAS REGLAMENTARIAS DE SERVICIO**

Las cargas que se describen en este apartado son aquellas que corresponden a un estado en servicio del puente. Por ello, la determinación de armaduras o verificación seccional de los distintos componentes del puente se llevará a cabo teniendo en cuenta la combinación de las cargas de servicio más desfavorable para la estructura.

Las solicitaciones consideradas se describen en los párrafos que se presentan a continuación.

#### **CARGAS PERMANENTES**

Se considerarán como cargas permanentes en la superestructura aquellas originadas por el peso propio de los elementos componentes del puente: Vigas principales, vigas transversales, tablero del puente, veredas, barandas, estribos, etc. También se consideran en esta categoría cualquier elemento que permanezca por tiempos indefinidos sobre la estructura.

Los pesos unitarios de uno de los materiales que componen los elementos mencionados que se adoptaron para cálculos son los siguientes:

- Hormigón armado preesforzado y convencional = 2.4 t/m<sup>3</sup>
- Peso de barandas metálicas = 50 kg/m
- Mezcla asfáltica para pavimentos = 2.4 t/m<sup>3</sup>

#### **SOBRECARGAS DEBIDO AL TRÁNSITO**

El tren de cargas adoptado por el reglamento de la DNV para caracterizar las sobrecargas debido al tránsito consiste en una muchedumbre compacta sobre la calzada y un vehículo tipo, denominado aplanadora. Además se prevé la existencia de una sobrecarga de vereda, en los espacios del puente destinados a la circulación peatonal.

La sobrecarga móvil adoptada en este trabajo se encuadra dentro de la definición de "Categoría A-30" del Reglamento de Puentes de la DNV debido a que el puente a verificar se encuentra sobre corredores de jurisdicción provincial.

La sobrecarga total móvil adoptada en el diseño, resulta entonces, de la suma de tres tipologías de cargas:

- 1) Aplanadoras A-30
- 2) Multitud compacta sobre la calzada
- 3) Sobrecarga en las veredas

Estas tipologías deben combinarse de manera que provoquen los esfuerzos máximos en cada elemento estructural.

### APLANADORAS A-30

Se deberá colocar una aplanadora en cada faja de circulación prevista en el puente, asignado a cada carril de circulación un ancho de 3.00 m. De acuerdo a la especificación de la DNV para el diseño de puentes de hormigón armado, el dimensionado se realizará con la sobrecarga ubicada en la posición más desfavorable para cada elemento del puente. En la Figura 1 se presenta un esquema de la aplanadora a considerar como parte de la sobrecarga móvil en los puentes.

Rodillo	Cantidad	Carga	Área de aplicación
Rodillo delantero (Rd)	1	13 t	1.20 x 0.10
Rodillo trasero (Rt)	2	8.5 t	0.50 x 0.10
Peso total de Aplanadora A-30		30 t	2.50 x 6.00

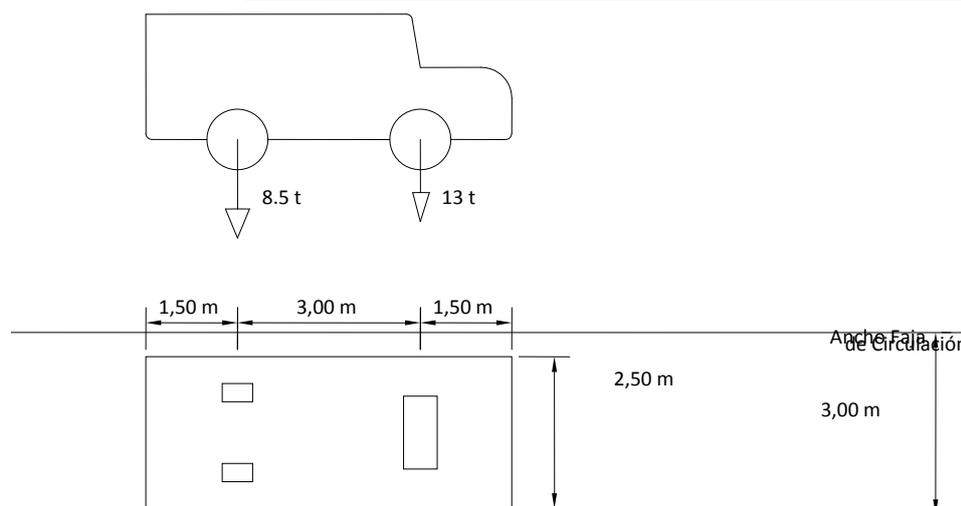


Figura 2. Esquema de la aplanadora a considerar como parte de la sobrecarga móvil

El reglamento de la DNV permite utilizar un factor de reducción por simultaneidad de aplanadoras. Este factor es igual a 1 cuando se colocan en el puente una o dos aplanadoras. Para tres aplanadoras, el coeficiente es igual a 0.95 y se reduce a 0.90 para cuatro o más vehículos tipo. Para el diseño de la losa de tablero la reglamentación

permite utilizar un coeficiente de reducción igual a 0.80, para cualquier número de aplanadoras que se considere.

### MULTITUD COMPACTA SOBRE CALZADA

Esta carga se refiere a la carga uniformemente distribuida aplicada fuera de la zona ocupada por las aplanadoras. El valor de esta carga se obtendrá con la aplicación de la siguiente formula:

$$p = 0.365 + \frac{80 \times 10^6}{(L^3 + 50L^2 + 334000) \times 10^3} \left[ \frac{tn}{m^2} \right]$$

Donde: L es la longitud de la zona cargada.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la expresión anterior para determinar la multitud compacta sobre la calzada para luces de distinta longitud.

Tabla 3. Cargas distribuidas por multitud compacta para verificación de elementos estructurales

Elemento	Longitud Cargada	Sobrecarga móvil distribuida
Losa de tablero	pequeña	0.600 t/m <sup>2</sup>
Viga longitudinal	L = 20 m	0.586 t/m <sup>2</sup>
	L = 25 m	0.575 t/m <sup>2</sup>
	L = 30 m	0.562 t/m <sup>2</sup>
	L = 35 m	0.548 t/m <sup>2</sup>

### SOBRECARGA EN LAS VEREDAS

La sobrecarga a colocar en las veredas del puente será la siguiente:

$$p = 0.400 \text{ t/m}^2$$

### COEFICIENTE DE IMPACTO

El Coeficiente de impacto que se aplicará a aplanadoras y a la multitud compacta sobre calzada se obtiene con la siguiente expresión:

$$I = 1 + [ 0.3 - 0.005 \times (L_{\text{tramo}} - 10) ]$$

donde L es la luz de apoyo del elemento estructural considerado. En la Tabla 2 se muestran ejemplos de valores del coeficiente de impacto para luces de distinta longitud. El coeficiente de impacto sólo afecta a los elementos

del tablero, por cuanto estos son los que se ven solicitados por las cargas dinámicas de la calzada. Los efectos dinámicos no serán considerados para el análisis de la infraestructura, tal como lo especifica el reglamento para diseño de puentes de la DNV.

Tabla 4. Coeficientes de impacto

Elemento	Luz de apoyo	Coeficiente de impacto
Losa de tablero	pequeña	1.40
Viga longitudinal	L = 20 m	1.25
	L = 25 m	1.225
	L = 30 m	1.20
	L = 35 m	1.175
Pilotes y cabezales de fundación		Sin impacto

## FUERZAS LONGITUDINALES DEBIDAS AL FRENADO DE LOS VEHÍCULOS Y FUERZAS DE MOVIMIENTOS LENTOS

El frenado y movimiento de los vehículos que circulan por el puente originan fuerzas horizontales de dirección longitudinal sobre las pilas del puente. El reglamento de diseño estipula que se tomará como fuerza longitudinal debido al frenado de los vehículos el mayor de los siguientes valores:

- (c) El 15 % del peso total de todas las aplanadoras en la calzada.
- (d) El 4 % del peso total de la muchedumbre compacta sobre toda la superficie en donde está aplicada.

Las fuerzas debido al movimiento de los vehículos y de los dispositivos de apoyo se estiman de acuerdo al dispositivo de apoyo que se encuentre en cada pila del puente.

## FUERZAS DEBIDO AL VIENTO

Se considera también la acción del viento sobre los elementos estructurales. Para cuantificar la fuerza originada por el viento se adoptan dos estados de funcionamiento del puente: puente cargado o puente vacío. Para el primer caso de carga, se adopta una presión de viento igual a 250 kg/m<sup>2</sup>, mientras que para el segundo caso se adopta una presión de 150 kg/m<sup>2</sup>.

Para el caso de puente cargado, se aplicará la presión de viento a una superficie que abarca toda la longitud del puente en una altura igual a la distancia comprendida entre el fondo de vigas de tablero y la carpeta de rodamiento más una faja de 2.0 m de alto por encima de la carpeta de rodamiento.

En el estado con el tablero del puente vacío, se considerará una superficie expuesta igual a la proyección vertical de las vigas longitudinales más la altura de la defensa de tránsito.

## EMPUJE DE SUELOS EN LOS ESTRIBOS

Se calcularon los empujes de suelos según los siguientes valores:

- Talud ángulo 30°
- Angulo de fricción entre muro y suelo 0°
- Peso específico del suelo 1,9 t/m<sup>3</sup>
- Sobrecarga equivalente sobre terraplén de acceso h = 1.00 m

Los valores citados son estimados en base a la experiencia ya que no se cuenta con datos precisos del material con el que se conformarán los terraplenes de acceso al puente. Sin embargo, se considera que los valores adoptados son conservadores.

## RETRACCIÓN

Para la determinación de los efectos generados por la retracción se seguirán las indicaciones contenidas en el reglamento CIRSOC 201, se adoptará para el valor básico de la retracción  $25 \times 10^{-5}$  a tiempo infinito mientras que el coeficiente que contempla la variación en el tiempo de la retracción tomará un valor de 0.5.

## FLUENCIA

Para determinar las fuerzas generadas por la acción de fluencia lenta se utilizará el procedimiento descrito en el Reglamento CIRSOC 201. Adoptándose un factor de fluencia igual a 2.0.

## SÍSMICA

Según el lugar en que está emplazado el puente y la norma antisísmica argentina del año 1980 NAA 80 corresponde a la zona 1 y el coeficiente sismo zonal es de  $C_o = 0.025$ .

## TEMPERATURA

El coeficiente de dilatación / contracción térmica adoptado para los elementos de hormigón es de  $1 \times 10^{-5}$ . Para obtener las solicitaciones por efecto de la temperatura se considerará un salto medio térmico de  $\pm 25$  ° con respecto a la temperatura de montaje.

## COMBINACIONES DE CARGA

El reglamento para diseño de puentes de Hormigón Armado de la DNV indica que los elementos estructurales se dimensionarán para la situación más desfavorable representada por las cargas móviles provenientes del tránsito. Además, los puentes se encuentran sometidos a diversas cargas como viento, sismos, presiones hidrostáticas etc., tal como se describiera en el apartado precedente.

En este apartado se presentan las combinaciones de carga consideradas para el dimensionado de los elementos estructurales de los puentes.

## TABLERO DEL PUENTE

El tablero del puente se encuentra compuesto por las vigas principales y la losa de tablero. Estos elementos no resisten esfuerzos provenientes de viento por cuanto su función es transmitir estas acciones a la infraestructura.

Por ello, la carga con la que se dimensiona los elementos del puente será la proveniente del tránsito en el puente y su peso propio. Estas cargas son afectadas por un coeficiente de impacto. La sobrecarga móvil se coloca en la posición más desfavorable para los elementos del tablero.

## ESTRIBOS

Las Combinaciones de los Estados de carga que se utilizarán en el proyecto para la determinación de las solicitaciones en las pilas corresponden a estados de servicio siendo estas combinaciones las siguientes:

1. Peso propio + Peso del Tablero + Multitud Compacta + Aplanadoras A-30 + Empuje estático de suelo sobre el estribo
2. Peso propio + Peso del Tablero + Multitud Compacta + Aplanadoras A-30 + Fuerzas de Viento con puente cargado + Frenado + Empuje estático de suelo sobre el estribo
3. Peso propio + Peso del Tablero + Fuerzas de Viento con puente descargado + Fuerzas de movimientos lentos + Empuje estático de suelo sobre el estribo

Para la determinación de esfuerzos en estribos se considerarán las combinaciones de carga antes mencionadas incorporando el empuje de suelos en cada una de ellas. Para determinar estos empujes se utilizará la teoría de Estados Límites.

## PILARES

Las Combinaciones de los Estados de carga que se utilizarán en el proyecto para la determinación de las solicitaciones en las pilas corresponden a estados de servicio siendo estas combinaciones las siguientes:

1. Peso propio + Peso del Tablero + Multitud Compacta + Aplanadoras A-30 + Empuje estático de suelo sobre las pilas
2. Peso propio + Peso del Tablero + Multitud Compacta + Aplanadoras A-30 + Fuerzas de Viento con puente cargado + Frenado + Empuje estático de suelo sobre las pilas
3. Peso propio + Peso del Tablero + Fuerzas de Viento con puente descargado + Fuerzas de movimientos lentos + Empuje estático de suelo sobre las pilas

Para la determinación de esfuerzos en pilas se considerarán las combinaciones de carga antes mencionadas incorporando el empuje de suelos en cada una de ellas. Para determinar estos empujes se utilizará la teoría de Estados Límites.

## **VI. ROTONDA INTERSECCION R.P. N°8**

### **VI.1. OBRA EXISTENTE**

En la actualidad ambas rutas provinciales se cruzan por lo que estudiaremos la posibilidad de resolver dicha intersección.

Hoy en día existe un acceso canalizado de asfalto sobre la calzada de la Ruta N°6 y enripiada en la Ruta N°8.

Proyectamos en ambas rutas un crecimiento del tránsito derivado por activación de la porción de pozos petroleros en la región.

La Ruta N°8 se une con el embalse Mari Menuco, este embalse es el encargado de proveer agua para riego de plantaciones, se encuentra la Bodega Fin Del Mundo la cual es muy visitada por turistas, por lo que la actividad genera actualmente que el tránsito se derive a las Ruta N°7 y N°51 debido al estado de las rutas que estamos proyectando. Una vez que esta obra que prevemos se realice, obtendremos un mayor caudal de vehículos sobre la ruta N°6 y N°8 por lo que al estudiar esta condición nos vemos obligados a realizar alguna intervención.

Descripción Rotonda Ruta 6 intersección Ruta 8

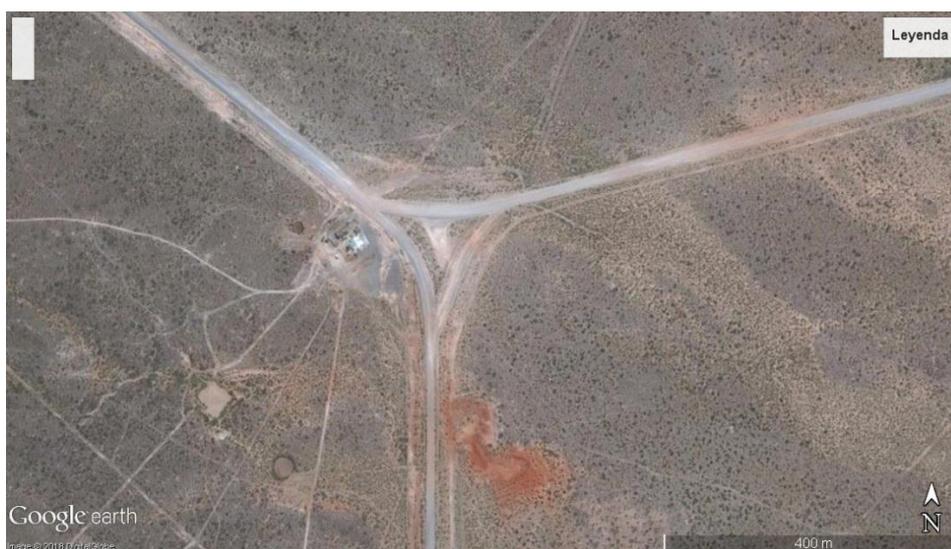


Imagen. Intersección Ruta N°6 y Ruta N°8

### **VI.2. DISEÑO, SEGÚN MARCO DE REFERENCIA**

#### **Estudios Previos**

En primera instancia para desarrollar un proyecto que nos permita encontrar una solución acorde, nos propusimos recopilar información sobre el tramo en estudio, como el tránsito y la topografía del mismo.

Asimismo, se estudió el “Capítulo 5: Intersecciones” de las Normas de Vialidad Nacional. El mismo contiene y desarrolla los distintos tipos de intersecciones, como también los factores que intervienen en la elección del tipo de intersección estableciendo como parámetros el Tránsito, Entorno físico, Factores económicos y Factores humanos. Con los datos obtenidos se llegó a la conclusión de

incorporar una rotonda moderna, ya que constituye una forma de control de tránsito segura y eficiente debido a que la misma:

- Reducen la velocidad relativa de los vehículos conflictivos
- Implica requerimientos simples y claros para la toma de decisiones del conductor
- Reducen los conflictos a solo 6 conflictos vehiculo/vehiculo.
- Imponen dos estorbos deliberadamente señalados a los conductores que entran en ella:
  1. Reglamentario: Ceda el paso
  2. Geométrico: Deflexión de la entrada y trayectoria.

Como conclusión, la ideología básica de diseño de estas rotondas modernas es limitar físicamente las velocidades de los vehículos mediante la deflexión de la trayectoria, y por lo tanto, si ocurre un choque será a baja velocidad y en un bajo ángulo de impacto. A su vez, reducen los accidentes y las demoras de tránsito.

## DISEÑO

Una vez obtenidos los puntos topográficos del terreno, se procedió a la implantación y diseño de la Rotonda.

Para el diseño geométrico tuvimos que tener en cuenta, en principio, los siguientes datos:

- Velocidad Directriz:
- Tipo de Camino: Rural
- TMDA

### Características de Diseño



**Entrada:** La plataforma de aproximación antes de la plataforma de circulación y entre la cara de cordón derecho y el lado de aproximación de la isleta partidora. Esta característica clave es el principal determinante de la capacidad y seguridad de una rotonda.

**Salida:** La plataforma de salida después de la plataforma de circulación y entre la cara del cordón derecho y el lado de salida de la isleta partidora.

**Isleta central:** La zona elevada en el centro de una rotonda, alrededor de la cual circula el tránsito.  
**Isleta partidora:** Mediana elevada en una aproximación usada para separar los tránsitos de entrada y salida, desvía y lentifica al tránsito entrante y provee refugio a los peatones que cruzan el camino en dos etapas.

**Plataforma de circulación, Anillo, Calzada anular:** Plataforma curvada de un-sentido usada por los vehículos para viajar en sentido antihorario alrededor de la isleta central.

**Delantal de camiones:** Parte montable de la isleta central adyacente a la plataforma circulatoria. Se la requiere para acomodar las huellas de las ruedas traseras de grandes vehículos.

**Carril de desvío Bypass giro derecha:** Carril de giro derecha que se desvía de la rotonda, físicamente separado de la plataforma circulatoria. Los carriles de desvío no interceptan la rotonda y no tienen conflictos de tránsito.

**Línea de Ceda el Paso:** Línea marcada en el pavimento que separa el tránsito que se aproxima a la rotonda del tránsito ya en la calzada circulatoria.

**Cruces peatonales:** Los cruces peatonales provistos en las rotondas deben ser accesibles. El cruce acomoda a todos los peatones (incluyendo las personas con discapacidades visuales), sillas de ruedas, cochecitos de bebés, y bicicletas para cruzar la trayectoria, calle, etc. en dos etapas con un refugio cortado en la isleta partidora para permitir pasar a través de las trayectorias vehiculares.

**Parámetros para el diseño de la rotonda según normativa**

**Ancho de Carril de aproximación (V):** Mitad del ancho de calzada del ramal de aproximación corriente arriba de cualquier cambio en el ancho asociado con la rotonda. Típicamente, la mitad del ancho de calzada no es más que el ancho total del carril de aproximación.

En nuestro proyecto, el carril de aproximación en las entradas correspondiente a la Ruta Provincial N°6 y N°8, tiene una longitud de 3,65m (estando dentro de los parámetros exigidos).

**Ancho de Entrada (E):** Lo medimos perpendicularmente desde la cara del cordón exterior hasta la cara del cordón interior de la isleta partidora. Optamos como diseño un ancho de entrada de 4,5m en las 3 entradas a la rotonda (estando dentro de los parámetros exigidos).

**Longitud efectiva de abocinamiento:** Típicamente, la mitad de la distancia entre V y E. En esta distancia el ancho de la calzada de aproximación sea iguales promedios de V y E. El abocinamiento debe desarrollarse uniformemente y evitar un quiebre brusco. La longitud total de abocinamiento es el doble que la longitud efectiva de abocinamiento. La longitud efectiva de nuestro proyecto es de 25,5m (estando dentro de los parámetros exigidos).

**Radio de Entrada:** es el radio mínimo de curvatura del cordón exterior en una aproximación de entrada. En nuestro proyecto el Radio de Entrada mínimo es de 20 m en las tres entradas.

**Angulo de entrada:** El ángulo  $\phi$  representa el ángulo de conflicto entre las corrientes del tránsito entrante y circulante. En nuestro proyecto el ángulo de entrada es aproximadamente  $26^\circ$  (estando dentro de los parámetros exigidos,  $20^\circ < \phi < 40^\circ$ ).

**Diámetro del círculo inscrito.** El diámetro del círculo inscrito es el parámetro básico usado para definir el mayor tamaño de una rotonda. Es el diámetro mayor medido hasta el borde exterior de la calzada de circulación.

Este diámetro está basado en el Tipo de Rotonda y en el Volumen de tránsito diario. En nuestro proyecto el Tipo de Rotonda es Rural de Un Carril, y el Volumen de Tránsito Diario es menor a 25.000,

por lo tanto la norma exige un diámetro de círculo inscrito entre 36m y 45m. El radio inscrito de nuestra rotonda es de 49m (estando 4m por fuera de los parámetros exigidos).

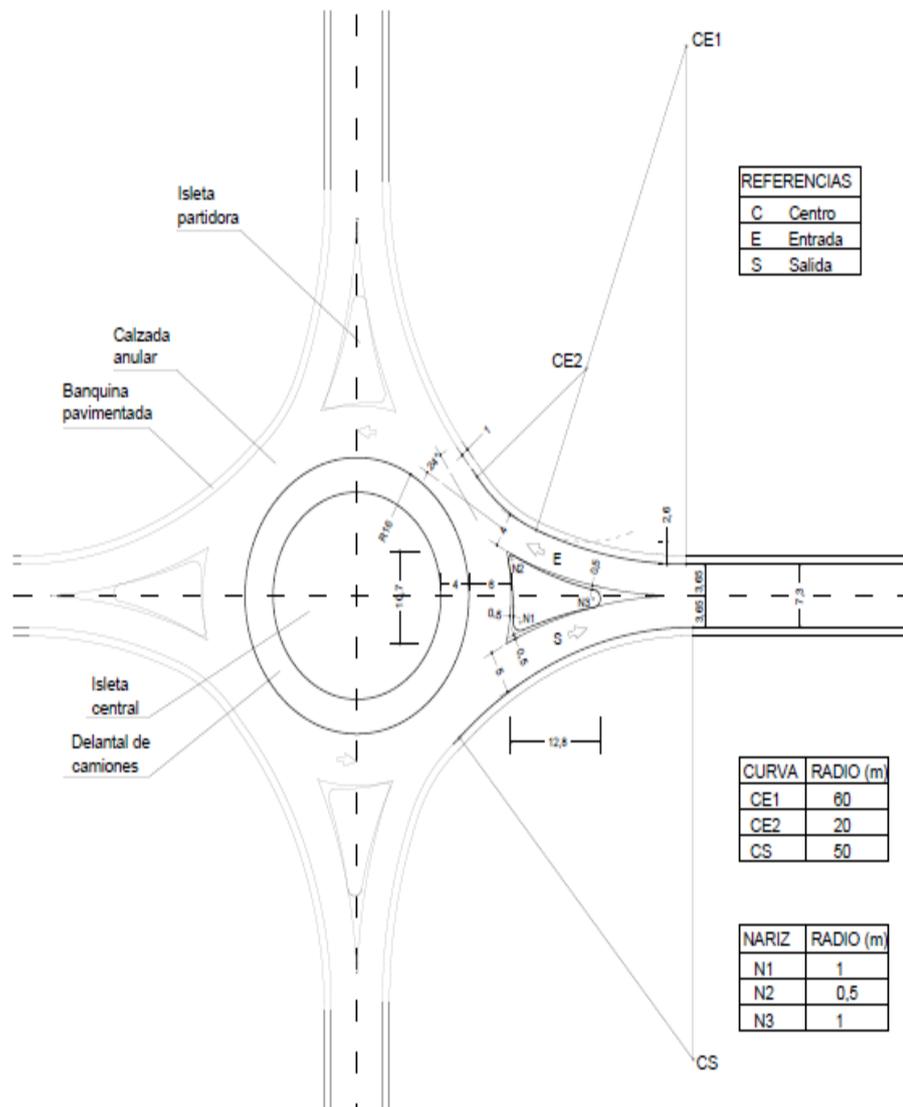


Imagen. Ilustración de Rotonda Intersección R.P. N°8

ROTONDA MODERNA DE UN CARRIL

PASOS DEL DISEÑO

1. Elegir el radio de la isleta central, según recomendaciones [5.7.8].
2. Determinar el ancho de la calzada anular, según radio y vehículo tipo usual (SU).
3. Determinar el ancho del delantal para camiones, usando el semirremolque tipo (WB-15).
4. Elegir el radio del borde exterior de la rama de salida, tangente al borde exterior del anillo y al borde de la calzada normal [5.7.8].
5. Fijar el ancho en el punto de contacto con el anillo; luego diseñar el borde interior (tangente al eje de la calzada normal y al borde interior del anillo).
6. Elegir el radio -o combinación de radios- del borde exterior de la rama de entrada, con el retranqueo del radio menor respecto al borde del acceso [5.7.8].
7. Fijar el ancho en el punto de contacto con el anillo; luego diseñar el borde interior.
8. Verificar el ángulo de entrada [5.7.2].
9. Ubicar las narices de la isleta partidora (radio 0,5 m o 1 m), con retranqueo para aquellas que el tránsito encuentra de frente.
10. Definir los cordones de la isleta partidora, con tangencia en las narices.
11. Verificar el tamaño de la isleta partidora [5.7.8].
12. La isleta central será elevada, con relleno convexo.
13. Definir la terminación de los bordes exteriores:
  - En zona urbana, generalmente será con cordones - cuneta.
  - En zona rural, con banquetas amplias (pavimentadas al menos 1m, con color o textura diferente a la calzada), y con taludes tendidos (1:6).



*\*Procedimiento para la realización de la rotonda.*

Se buscó por Google Earth la Ruta N°6, se hizo un recorrido por todo el tramo en estudio y finalmente se decidió realizar la rotonda en la intersección con la Ruta Provincial N°8 siendo la progresiva 55+000 km siendo este el fin del proyecto.

En primera medida se sacó una foto satelital y se procedió a la implantación de la rotonda la cual contara con radio interior de 40 m y exterior de 49 m. Para tomar esta decisión tuvimos en cuenta el ingreso de las calzadas para que las mismas sean forzadas con el fin de lograr una buena reducción de velocidad así se logra respetar el orden de prioridad de los vehículos que circulan sobre ella. De las tres calzadas que interceptan solo dos respetaban con el ingreso, por lo que a la otra se le tuvo que hacer una corrección para que ingrese con una curvatura que le obligue al conductor la reducción de la velocidad, se le dio una curvatura de radio mil a una distancia de 250 m antes de llegar a la rotonda.

En la segunda etapa se procedió al diseño del abocinamiento de la rotonda con un radio de 50 m y en la entrada con un radio de 60 m y 20 m respectivamente.

En tercera etapa se procedió a la realización de las isletas, a continuación se explicara como se realizo una de ellas. Se copio la curvatura externa del abocinamiento y se la implanto a una distancia de 5 m (A) paralela a esta, dando así un ingreso al abocinamiento de tal dimensión, luego se trazo una circunferencia de diámetro igual a la longitud de toda la curvatura del abocinamiento (A), una vez hecha esta circunferencia se procede a rotar esta curva hacia la intersección del circulo y le eje de la calzada que ingresa a la rotonda. Logramos así una salida de los vehículos que circulan por la rotonda con un ingreso de 5 m y un final de 3,65 m. En el caso del ingreso a la rotonda se realizo de la misma manera que la salida, lo que se modifica es la dimensión del ancho calzada a 4,5 m con el fin de que reduzcan la velocidad. Una vez realizado el abocinamiento de entrada y salida de la rotonda queda definida la isleta. Se debió verificar sus dimensiones para que estén dentro de los paramentos de la normativa.

En la quinta etapa se procedió a la realización de las narices y la demarcación horizontal de la isleta. Para esta se trazaron hacia el interior de la isleta una paralela de 0,2 m. Luego se tuvo en cuenta los radios de las narices de las isletas, siendo un metro cuando los vehículos tienden a chocar por ambas calzadas con la misma, se los toma desde el vértice interior (0,2 m), si una calzada tiende a chocar y otra no, se toma el vértice interior y exterior respectivamente y si no hay posibilidad por la circulación del vehiculo en chocar con la isleta se procedió a realizar las narices con un radio de cincuenta centímetro desde el vértice exterior.

En la sexta etapa se procedió a la demarcación de la banquina pavimentada y sin pavimentar, como así también a la señalización horizontal de las líneas de eje central y de bordes de calzadas con el objetivo de delimitar los carriles. Por ultimo se marcaron los cordones de las isletas partidior y la isleta central.

En la septima etapa se procedio a la realización de otro plano llamado Obras a Ejecutar. Se marcaron todas las obras de demolición como es la calzada existente en el cruce y también las que debemos ejecutar:

- Construcción de las alcantarillas: previo analizas hidrológico, se han diseñado dos alcantarillas, las cuales se han ubicado de tal forma que permita es escurrimiento de las aguas servidas desde el oeste al este.
- Construcción del cordón cuneta en isletas
- Construcción del cordón
- Construcción de banquetas pavimentadas según perfil tipo
- Constricción de las banquetas sin pavimentar según perfil tipo
- Construcción de calzada nueva en las inmediaciones a la rotonda Ruta N°6 y Ruta N°8 y la calzada nueva de la rotonda.
- Colocación de defensas metálicas
- Colocación de suelo vegetal para revestir las isletas
- Limpieza de terreno en el ancho zona de camino

En la octava etapa se procedió a la realización del plano Perfiles Tipos, los mismos se realizaron uno de la calzada de la rotonda, dos en las calzadas de la Ruta N° 6 al ingreso por ambos lados y otro de la Ruta N°8 también en el ingreso a la rotonda.

En la novena etapa se precedió a la realización del Plano de Replanteo, en el cual se indico los puntos más relevantes con el fin de poder ubicar la obra en el terreno.

Para esto marcamos las diferentes dimensiones:

- Anchos de entradas y salidas de la rotonda
- Anchos de calzadas en las Rutas y de la Rotonda
- Radios de entrada y salida de la rotonda, además se marco el diámetro de la isleta central interior y exterior.

Por otro lado se procedió a marcar los diferentes puntos:

- Punto característicos
- Narices de las isletas (indicando también sus radios)
- Principio y fin de cada curva (indicando también todas las características de una curva)

## **VII. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL**

### **1. - Introducción**

Analizados los distintos impactos que generará la construcción del proyecto y posteriormente su operación queda de manifiesto la necesidad de elaborar de un adecuado Programa de Gestión Ambiental (PGA) del proyecto. Este está formado por un conjunto de acciones que deberán adoptarse, para minimizar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos, que generen las diferentes etapas del desarrollo de la obra.

Este programa incluye distintos planes de intervención ambiental los propuestos para este emprendimientos son:

- Plan de Vigilancia Ambiental (PVA)
- Plan de Contingencias Ambientales (PCA)
- Plan de Auditoría Ambiental (PAA)

A continuación se desarrollarán los programas y subprogramas mínimos, para ser implementados en las etapas de construcción y en la posterior operación del conjunto del sistema.

### **2. – Plan de Gestión Ambiental (PGA) para la etapa constructiva del proyecto**

#### **2.1 – Medidas generales**

En primera instancia citaremos las medidas generales que deberán ser puestas en práctica y respetadas durante la obra a fin de proteger el ambiente.

1. Se dispondrá y ejecutarán las obras de modo de minimizar la perturbación de la vegetación y la fauna, afectando sólo la superficie mínima necesaria para la óptima realización de las tareas. Se transitará por las áreas de trabajo y los caminos existentes.
2. Ante la eventualidad de derrames de aceite y lubricantes, los mismos serán retirados inmediatamente, disponiéndolos como Residuos Especiales (peligrosos). Se deberán disponer de baldes con material absorbente (arena) y absorbentes de tipo orgánico biodegradable, para eventuales derrames.
3. El suelo contaminado accidentalmente con hidrocarburos debe ser considerado residuo peligroso y ser sometido a la gestión pertinente.

4. Los fluidos de reparación y mantenimiento serán almacenados y manipulados de acuerdo a lo que se establezca en el Programa correspondiente.
5. Los residuos de soldaduras, escorias, óxido, pintura, etc., serán retirados de toda el área de trabajo.
6. Se retirarán los desechos y serán dispuestos en lugares destinados a tal efecto.
7. El área de trabajo, una vez concluidas las tareas, será reacondicionada y reconstituida.
8. Se instalarán señales de advertencia, vallados y otros métodos para proteger la seguridad pública y el ambiente.
9. La aceptabilidad positiva de la población está directamente relacionada con la percepción que tenga sobre las medidas de seguridad y ambiente adoptadas. Es importante contar con un estricto sistema de control y planes de contingencia específicos ante cualquier situación de emergencia.
10. Se dispondrá de todos los permisos y se reconocerá la normativa que a todo nivel se exigen respecto a la preservación del medio ambiente.
11. La empresa deberá contactarse con las autoridades municipales a los efectos de solicitar los Permisos correspondientes para ejecutar la obra dentro de su jurisdicción, comunicando alcances y tiempo de ejecución, a los efectos de que se conozcan las restricciones que genera la obra en la zona.
12. Asimismo, deberá contactarse con Bomberos y Policía comunicando alcances y tiempo de ejecución, a los efectos de que se conozcan las restricciones que genera la obra en la zona. Se recomienda entregarles un croquis con la ubicación de la obra, caminos de acceso al lugar de trabajo, para facilitar su llegada con rapidez en caso de una contingencia.
13. Se llevarán a cabo auditorias ambientales internas al inicio y al final de la obra que verifiquen el cumplimiento del Plan Ambiental de la obra. Se documentará dichas auditorias.
14. Al utilizar tierra de la zona para relleno y nivelación, se obtendrán previamente las autorizaciones necesarias, se especificarán los lugares de extracción, las cantidades y sus características.
15. Con respecto a la señalización de medidas de protección, se instalará la cartelería de advertencia y protección ambiental, respetando código de colores según la norma IRAM 10.005, identificando las zonas a ser demarcadas y los momentos en que deben colocarse.

## **2.2 Medidas particulares**

### **2.2.1. Programa de Ordenamiento de la Circulación (POC)**

El objetivo de este programa es preservar la seguridad de las personas vinculadas directamente con la construcción de la obra y del conjunto de la población local. Para lograrlo se deberán establecer pautas de circulación para todos los vehículos y maquinarias, afectados directa o indirectamente a esta etapa del proyecto, tanto dentro del predio como en su entorno inmediato.

#### **a) Medidas a implementar**

Ver TABLAS N° VI 1, 2 ,3 Y 4

- Identificar los sitios de mayor interferencia y conflicto en el tránsito vehicular, debido a los movimientos de maquinaria y vehículos, afectados a la ejecución de la obra. La circulación por la R P N° 6.
- Colocar una adecuada señalización sobre ambas manos de la R.P N°6, indicando el ingreso y salida de vehículos del predio de la obra.
- Colocar señalización indicativa dentro del predio y en los accesos al mismo indicando el circuito de circulación de maquinarias y vehículos afectados directa e indirectamente a la construcción del proyecto.
- Controlar el cumplimiento de circular a velocidad reducida, en las vías de acceso al predio de obras y dentro del mismo.
- Impedir el tránsito dentro del predio de obra, de personas y vehículos no autorizados.
- Definir, delimitar e identificar, áreas de estacionamiento de vehículos dentro del predio de obra.
- Delimitación, señalización y protección de áreas e infraestructuras críticas (instalaciones para el personal, depósito de equipos, combustible, etc).
- Establecer un plan de mantenimiento periódico de todos los vehículos y maquinaria afectados a la construcción de la obra.
- Controlar la presencia de extintores en cada una de las máquinas y vehículos afectados a la obra.

- Cumplir con el Plan de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

### **b). Personal afectado y responsabilidades**

Este programa, abarcará a todo el personal de obra, que habitual o circunstancialmente conduzca cualquier tipo de vehículo o maquinaria afectado a la construcción, como así también al personal técnico para asesoramiento y control.

El responsable del cumplimiento del POC, será el ingeniero en jefe de obra de la empresa constructora, o en su defecto, personal subalterno específicamente designado por él.

La responsabilidad de asesorar y auditar el cumplimiento del POC, estará a cargo del personal técnico del área ambiental y de seguridad e higiene de la empresa constructora, y si la hubiere, de la inspección de obra.

### **2.2.2. Programa de Manejo del Sistema o Medio Natural (PMSN)**

La construcción de la parte civil de este proyecto como cualquier obra de este tipo, produce diferentes impactos negativos sobre el sistema natural. El diseño del presente programa de manejo de dicho sistema, tiene como objetivo, prevenir y/o reducir los mencionados impactos sobre el conjunto del medio receptor, particularmente sobre aquellos componentes del mismo, que fueron identificados como más sensibles. Para identificar con sencillez las medidas específicas se subdividirá el Programa según cada factor del sistema natural

#### **a). Medidas destinadas al factor suelo**

Ver TABLAS N° VI 1, 2 ,3 Y 4

##### **a.1). Personal afectado y responsabilidades**

El cumplimiento de las medidas propuestas, estará a cargo del Ingeniero Jefe de obra de la empresa constructora, con el asesoramiento de los responsables en las áreas ambiental y de seguridad e higiene de la misma empresa.

El responsable del programa, seleccionara al personal mas apto para la ejecución del conjunto de medidas planteadas y con la ayuda de los responsables de las áreas ambiental y de seguridad e higiene de dicha empresa, capacitará a dicho personal.

#### **b )Medidas destinadas a la preservación del recurso hídrico ( agua subterránea)**

Ver TABLAS N° VI 1, 2 ,3 Y 4

Con las medidas propuestas a continuación se espera que la explotación del recurso subterráneo durante toda la etapa constructiva del proyecto no perjudique cuali cuantitativamente la napa.

- Realizar estudios de calidad y factibilidad de la explotación de los acuíferos subterráneos.
- Cumplir toda la normativa provincial sobre explotación del recurso hídrico subterráneo. Tramitar permisos y autorizaciones con la Autoridad de Aplicación.
- Encamisar las perforaciones realizadas a los acuíferos de profundidad para evitar contacto con el acuífero o napa freática.

### **b1). Personal afectado y responsabilidades**

Los estudios de calidad y de factibilidad de explotación de los acuíferos subterráneos, deberán ser realizados por un profesional acreditado en los organismos públicos de control y fiscalización de la actividad.

La perforación y el encamisado de la misma la realizará un perforista autorizado. La ejecución del resto las acciones propuestas estará a cargo del Ingeniero Jefe de obra de la empresa constructora, con el asesoramiento de los responsables en las áreas ambiental y de seguridad e higiene.

El Ingeniero Jefe de obra de la empresa constructora, seleccionara al personal mas apto para la ejecución del conjunto de medidas planteadas.

La auditoria del cumplimiento del conjunto de medidas planteadas en este subprograma, estará a cargo del personal profesional y/o técnico del área ambiental y de seguridad e higiene de la empresa constructora y si la hubiere, de la inspección de obra.

### **c) Medidas para la preservación de la calidad del aire**

En este punto se recomendarán las medidas necesarias para preservar la calidad de aire actual, considerando que la misma se verá afectada por el ruido que genere la obra, el material particulado y los gases de escape de los vehículos y maquinarias utilizadas.

Ver TABLAS N° VI 1, 2 ,3 Y 4

#### **c1) Mitigación del ruido**

El objetivo es minimizar la producción de ruido, evitando el incremento del mismo, por sobre el nivel de base actual, en todas las actividades vinculadas con la construcción de la obra, principalmente en la utilización de vehículos y maquinaria.

### **c1.1). Medidas a implementar**

Ver TABLAS N° VI 1, 2 ,3 Y 4

- Cumplir con el Programa de Ordenamiento de la Circulación (POC).
- Controlar periódicamente el nivel de generación de ruido.

### **c1.2). Personal afectado y responsabilidades**

El personal afectado será algún operario especializado o capacitado en las tareas de mantenimiento preventivo y reparación de equipos, designado por el Ingeniero Jefe de obra. El Ingeniero Jefe de obra será el encargado de establecer y hacer cumplir el plan y cronograma de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos, con la participación del asesor técnico de la empresa en seguridad e higiene. La auditoria del cumplimiento del plan establecido será llevada a cabo por el personal profesional y/o técnico en seguridad e higiene de la empresa constructora y si la hubiera, también por la inspección de obra.

## **c2) Medidas de morigeración del material particulado**

El objetivo de este punto es minimizar la voladura de material particulado, fundamentalmente de partículas de tierra, generado principalmente con los movimientos de suelo, la circulación de la maquinaria y la acción del viento.

### **c2.1). Medidas a implementar**

Ver TABLAS N° 1, 2 ,3 Y 4

- Cumplir con el Programa de Ordenamiento de la Circulación (POC).

### **c2.2). Personal afectado y responsabilidades**

El equipo para riego será operado por personal de obra capacitado a tales fines.

## **c3) Mitigación de las emisiones gaseosas**

Se considera que la producción de gases y vapores será consecuencia casi exclusiva del funcionamiento de los motores de combustión interna de los vehículos y maquinaria que trabajarán en la construcción de la obra. El objetivo de las medidas aquí propuestas es minimizar esta producción

### **c3.1) Medidas a implementar**

Ver TABLAS N° 1, 2 ,3 Y 4

### **c3.2). Personal afectado y responsabilidades**

El personal afectado será algún operario especializado o capacitado en las tareas de mantenimiento preventivo y reparación de equipos, designado por el Ingeniero Jefe de obra. El Ingeniero Jefe de obra será el encargado de establecer y hacer cumplir el plan y cronograma de mantenimiento preventivo para cada uno de los equipos, con la participación del asesor técnico de la empresa en seguridad e higiene. La auditoría del cumplimiento del plan establecido será llevada a cabo por el personal profesional y/o técnico en seguridad e higiene de la empresa.

### **2.2.3. Programa de Gestión de Residuos y Efluentes**

El objetivo principal de este programa es reducir la producción y optimizar la gestión de los denominados residuos de la obra asimilables a domiciliarios, como así también la generación de los residuos considerados como peligrosos para la legislación nacional.

#### **Medidas propuestas**

Ver TABLAS N° 1, 2 ,3 Y 4

- No incinerar ni enterrar ningún tipo de residuos.
- Se alentará el reciclado de materiales reutilizables de la obra

#### **b) Personal afectado y responsabilidades**

Todo el personal de la obra deberá participar de la correcta gestión de los residuos. La información y capacitación del personal sobre las diferentes gestiones que se desarrollarán sobre los distintos tipos de residuos generados en el desarrollo de la obra, será responsabilidad del Ingeniero Jefe.

### **3 – Plan de vigilancia ambiental para la etapa de operación de la Ruta**

Este Plan incluye las medidas propuestas para, mantener bajo control permanente los niveles de contaminantes gaseosos emitidos a la atmósfera, mantener bajo control permanente los niveles de ruidos y vibraciones, caracterizar periódicamente el efluente líquido, si lo hubiera.

En el Capítulo V se identificaron y evaluaron los impactos producidos por la operación de esta Ruta de modo de poder efectuar las medidas que permitan mitigar, reparar y/o compensar dichos impactos.

El presente Plan tiene como propósito verificar la validez del pronóstico de impacto ambiental y la efectividad de las medidas recomendadas. La medición periódica de los distintos componentes y procesos, permitirá detectar variaciones naturales o posibles anomalías producto de las distintas actividades del proyecto. Así, si los datos resultantes del seguimiento indican valores que se ajustan a las estimaciones del impacto, se concluye que el sistema se está comportando según los rangos de seguridad ambiental previstos. En cambio, si el seguimiento indica variaciones que no se ajustan a los pronósticos, se hace necesario examinar si las causas de estas variaciones corresponden a procesos naturales del sistema en cuestión o representan anomalías durante la operación del Proyecto. (Ver TABLAS N° 3 Y 4).

En esta etapa se realizarán:

- Mediciones trimestrales de ruido de acuerdo al procedimiento “Medición y Monitoreo de Nivel de Ruido” (norma IRAM 4062:2001 para determinar ruidos molestos al vecindario).

#### **4 - Plan de Contingencias Ambientales (PCA)**

El PCA tiene como principal objetivo salvaguardar la vida, el ambiente y las actividades socioeconómicas, vinculadas o no a las tareas específicas que se desarrollen dentro del ámbito geográfico de operación de cada Empresa. Este objetivo se cumple formulando programas y acciones para minimizar los efectos nocivos de una emergencia, actuando con eficiencia en el desarrollo de las acciones previstas para cada contingencia probable, a los fines de controlarla y proponer medidas correctoras para los daños que aquélla pudiese generar. (Ver TABLAS N° 1, 2, 3 Y 4).

##### **4.1. Contenidos mínimos del Plan de Contingencias**

Ante las eventuales emergencias o contingencias, el personal se encontrará en conocimiento de los procedimientos a adoptar, a fin de proteger el ambiente y minimizar los posibles efectos negativos.

###### **4.1.1 Medidas generales**

1. Elaborar un manual de contingencias y mantenerlo de manera permanentemente en todos los sectores de planta,
2. Dotar a todos los sectores de planta, de sistemas de comunicación internos y externos que permitan una rápida comunicación y respuesta
3. Contratar un servicio de emergencia médica
4. Seleccionar y capacitar a personal que conformen una brigada de emergencia.
5. Establecer responsables de comunicación a bomberos, servicios de urgencia médica.

6. Disponer dentro del depósito general de materiales, de un espacio donde ubicar los elementos a utilizar para actuar ante las distintas contingencias.
7. Retirar de las proximidades del siniestro personal, maquinaria y equipos.

#### **a)- Derrames**

El control ante un de un derrame implica la delimitación de la zona y la recolección, posterior, del producto derramado por parte del personal de la contratista, con la posible intervención de personal de otras empresas u organismos. La limpieza del área afectada, la disposición de los residuos y si fuera pertinente la mitigación de los daños al medio ambiente, pueden ser realizadas por la Contratista o por Empresas contratadas para tal efecto. Ante un derrame accidental o fuga de un fluido peligroso, se informará al supervisor y las autoridades correspondientes.

Los residuos provenientes de la limpieza de derrames deberán tratarse como residuos especiales y segregarlos de acuerdo a la normativa vigente para ser entregados a transportistas autorizados. Finalizadas las tareas primarias deberá realizarse un estudio de agua y suelo que permita determinar la existencia o no de contaminación de estos factores.

#### **b)-Incendios**

El control de un incendio se realiza de acuerdo al procedimiento específico que la contratista deberá elaborar y presentar a consideración de ENARSA. Como lineamientos generales pueden considerarse las siguientes sugerencias:

El personal que observa fuego o un principio de incendio deberá informar inmediatamente de acuerdo con lo indicado en los Programas de contingencia, al mismo tiempo que evaluará la situación y si es posible tratará de extinguir el fuego con los extintores, siempre que no esto no implique riesgos a su seguridad. La entrada en la zona de peligro debe hacerse, siempre que sea posible, con el viento por la espalda y la salida con el viento de cara.

Dada la urgencia y espontaneidad que genera un incendio, es recomendable que el Grupo de Incendio se forme en los primeros momentos por el personal que se encuentra en la obra, garantizando contar con el equipo de lucha de incendio apropiado.

La unidad de generación contará con sistemas de detección contra incendio que les permite detectar la presencia de humo o aumento de temperatura en el interior del recinto, ante lo cual los sensores accionarán las alarmas correspondientes.

Declarado un siniestro el personal debe abandonar los ambientes en peligro inmediatamente, caso contrario estarán exponiendo su seguridad e incluso la vida. En caso de necesidad, se paralizarán todas las operaciones de la obra o del área comprometida y no se permitirá el funcionamiento de motores u otros equipos eléctricos no antideflagrantes (cortar corriente eléctrica en la zona comprometida). Tampoco deberán

funcionar otros equipos o vehículos que pueden provocar un punto de ignición. Se observará la dirección del viento, se delimitará ampliamente LA ZONA DE PELIGRO y se impedirá el acceso a la misma del personal que no esté adecuadamente equipado, alejando preferentemente en dirección contraria al viento a toda persona ajena a la emergencia. Se limitará el número de personas en la zona de peligro al mínimo imprescindible, controlándolos constantemente por un responsable que deberá permanecer en el exterior de la zona, el cual dispondrá de un equipo de socorro listo para intervenir si fuera necesario.

## **5 - . Plan de Auditorías Ambientales**

El objetivo de la auditoria implica la verificación sistemática, periódica y documentada del grado de cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental. La comunicación rápida y permanente de los resultados al responsable de la obra, y a la Gerencia de MAS (Medio Ambiente y Seguridad), la corrección y ajuste de desvíos o no conformidades detectados en el procedimiento.

La auditoria puede ser llevada a cabo por un auditor individual o por un equipo ad-hoc. b. Los auditores propuestos deben ser idóneos especialmente en la ciencia ambiental, en la legislación asociada, y en la actividad vial y sus normas de aplicación.

Los especialistas deben ser objetivos e independientes de niveles que interpreten conflictos de intereses o que expresen alguna línea o tendencia de algún grado de influencia con la actividad que se le encomienda.

### **5.1 - Procedimiento de Auditoria propuesto**

Este procedimiento se compone de la siguiente manera:

- a. Programa de auditoria.
- b. Objetivos y alcances.
- c. Métodos de control.

Estos ítems deberán estar expresados antes del inicio de las auditorías, y son aquellos que guiarán los procedimientos. El mecanismo de control o verificación estará guiado por los siguientes aspectos:

1. Grado de efectividad de cumplimientos de las medidas.
2. Nivel de periodicidad de fiscalización establecido en las medidas de mitigación expresadas en el PGA.
3. Registro de eventos generadores de impacto ambiental producto de la eventualidad en el periodo de obra.

4. Identificación de desvíos, se expresarán de la siguiente manera:

- Los desvíos o no conformidades detectados en función de la documentación de procedimientos, serán identificados, caracterizados y documentados, para una correcta interpretación y comunicación.
- Se elaborará una planilla de registros de eventos generadores de impacto ambiental y otras de no conformidades.

5. Comunicación. Esta expresión “comunicar” implica la mecánica de:

- Confirmar la recepción por parte del nivel de responsabilidad de la información sobre desvíos o no conformidades.
- Confirmar la toma de decisiones sobre las acciones correctivas.
- Informar a la autoridad regulatoria.
- Informe de auditoría.
- En la etapa de construcción de obra y/o de abandono o retiro, el auditor producirá dos informes de auditoría ambiental (al inicio y a la finalización de la obra).

Los informes estarán compuestos por los siguientes aspectos:

- Identificación de instalaciones.
- Objetivos y alcances de la auditoría.
- Criterios de la auditoría.
- Periodo cubierto por la auditoría.
- Identificación del equipo auditor
- Identificación del personal auditado.
- Resumen del proceso de auditoría con los informes específicos de los desvíos o no conformidades detectadas.

- Conclusiones de auditoría.
- Informe de auditoría final.

## **5.2. - . Criterios de Auditoría**

La auditoría ambiental deberá reunir, analizar, interpretar y registrar información adecuada para uso como evidencia en el proceso de análisis y evaluación para determinar el cumplimiento de las metas y objetivos del PGA.

Como criterio esencial deberá estar compenetrado y conectado en la etapa de construcción con los pasos del PGA.

## **6. Medidas de mitigación. Corrección, prevención y potenciación de los impactos previstos en el proyecto**

### **6.1. Metodología de Clasificación**

En el presente capítulo se proponen las medidas que permitirán prevenir, mitigar y/o resarcir los impactos negativos que el proyecto pudiese producir sobre el medio receptor. Además, se indicarán medidas que permitan potenciar aquellos impactos positivos que el proyecto produzca.

Las medidas serán presentadas en las tablas que se agregan a continuación. En ellas se pretende dar una clasificación sistemática a las medidas propuestas; por lo tanto, se han asignado a cada medida, cuatro características aplicando criterios del Banco Mundial:

#### **6. 1.1. Clasificación de la medida:**

1. Condición: Preventiva. Mitigatoria. Correctiva. Compensatoria.
2. Carácter: Alternativa. Complementaria. Obligatoria.
3. Duración: Permanente. Temporal.
4. Extensión: Puntual. Local. Regional. Provincial.

1. CONDICIÓN:

Preventiva ( Pr ): una medida es preventiva cuando propone evitar, o en su defecto disminuir, la probabilidad de ocurrencia de un impacto. Son las medidas que obligan a realizar el mayor esfuerzo predictivo.

Mitigatoria ( M ): son las medidas más comúnmente utilizadas para disminuir un impacto negativo en todas o en alguna de sus características. Se aplican cuando el impacto ya se ha producido.

Correctiva ( Cr ): restablece, rehabilita o repara factores ambientales afectados por la intervención del hombre.

Compensatoria ( Cm ): son medidas de resarcimiento ante la imposibilidad de una mitigación aceptable en las características negativas de un impacto. Son las últimas en ser aplicadas cuando las otras dos condiciones no dan resultados satisfactorios.

El costo económico y ambiental de las medidas se irá incrementando desde las que tienen condición o efecto preventivo a las que son compensatorias. Por lo tanto, la instrumentación de adecuadas medidas de Prevención, reducirá en forma significativa los costos ambientales, y por ende la aplicación de la Mitigación y la Compensación.

## 2. CARÁCTER:

Alternativa ( A ): el carácter de esta medida indica que no existe obligatoriedad de aplicación.

Complementaria ( C ): una medida complementaria indica una necesaria asociación con otra u otras medidas. Una asociación de medidas que se complementan deben producir en conjunto, un resultado similar al de la aplicación de una medida única.

Obligatoria ( O ): el carácter obligatorio de una medida indica la imposición de su aplicación, ya que al aplicarse, se minimiza notablemente la magnitud del impacto.

## 3. DURACIÓN:

Permanente ( P ): se aplica durante una o todas las etapas en las que se divide el proyecto. Los mayores tiempos de permanencia de medidas se dan en la etapa de operación del proyecto.

Temporal ( T ): Como su nombre lo indica, su aplicación es restringida en el tiempo, la cual puede estar relacionada con la duración de la acción.

## 4. EXTENSIÓN:

Puntual ( Pu ): la extensión puntual hace referencia a un área restringida que corresponde al sitio específico donde se produce una acción determinada, entendiendo por ella a la zona de obras.

Local ( L ): se considera a esta medida de aplicación que abarca el área del entorno inmediato del proyecto (perímetro del predio general).

Regional ( R ): la aplicación de una medida regional implica que su acción trasciende la extensión espacial del área de influencia de la obra.

Provincial ( Prov ): todo el ámbito de la Provincia de Neuquén.

### 6.1.2. Caracterización de Medidas para Impactos Negativos

Las medidas que tengan por objeto el prevenir, mitigar y/o resarcir los impactos negativos, son indicadas en este trabajo, sólo para las acciones que produzcan impactos negativos de magnitudes Moderada, Alta o Muy Alta, ya que su implementación es la que obliga a una mayor planificación y esfuerzo de aplicación.

### **6.1.3. Caracterización de Medidas para Impactos Positivos**

En el caso de las medidas de potenciación, serán propuestas para TODOS los impactos positivos caracterizados en las respectivas Matrices Nro.1 y Nro. 2

**Ver Tabla N° 1, 2, 3 y 4 en ANEXOS**

## **VIII. BIBLIOGRAFIA**

### **-Vialidad Nacional (Actualización 2010)**

Normas y recomendaciones de diseño geométrico y seguridad vial.

Instrucciones generales de estudios y proyectos (ATLAS).

Capitulo 5: Intersecciones.

Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales 2007 (MEGA II).

Pliego de especificaciones técnicas generales para repavimentación de depresiones y baches con mezclas asfálticas en calientes y semicalientes, edición 2017.

Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado de la D.N.V.

Reglamento CIRSOC 201 y Anexos - Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado.

Normas Antisísmicas Argentinas (NAA), edición 1980. Revisión de 1984.

AASHTO – LRFD Bridges Design Specifications.

### **-Vialidad de la Provincia de Neuquén**

Normativas sobre impacto ambiental en Obras Civiles (secretaría de Impacto Ambiental de la provincia).

### **-Bibliografía de cátedras UTN FRLP:**

Vías de Comunicación I.

Vías de Comunicación II.

Puentes y prefabricaciones.

Organización y Conducción de Obras.

Impacto Ambiental de Obras Civiles.