



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

TRABAJO FINAL

ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO

TOMO I

DOCUMENTO PRINCIPAL

DIAZ COLODRERO, GUILLERMO JOSÉ

VILLA, MANUEL

YAMPEY, JOSÉ RICARDO

2.018

TRABAJO FINAL

ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO

DIAZ COLODRERO, GUILLERMO JOSÉ

VILLA, MANUEL

YAMPEY, JOSÉ RICARDO

TUTOR: ING. SZYMULA, BENICIO S.

2.018

ÍNDICE

	Página
CAPÍTULO I: Introducción	1
I.1) Fundamentos	1
I.2) Necesidad del proyecto	1
I.2.1) Justificación	1
I.2.2) Ventajas del metrobús	2
I.3) Objetivos	2
I.4) Ubicación geográfica	3
I.5) Situación actual	6
I.5.1) Vía en estudio	6
I.5.2) Situación demográfica	12
CAPÍTULO II: Tránsito	15
II.1) Generalidades	15
II.2) Situación actual	16
II.3) Accidentes de tránsito	16
II.4) Localización de centros de emergencias	19
II.5) Metodología de estudio del tránsito	21
II.5.1) Tránsito Diario Medio Anual (T.M.D.A.)	22
II.6) Estudios de vías alternativas al tramo en estudio	26
II.7) Determinación del tránsito derivado, inducido y generado	28
II.8) Tasa de crecimiento exponencial	29
II.8.1) Población	30
II.8.2) Parque automotor	31
II.8.3) Consumo de combustible	32
II.8.4) TMDA	33
II.8.5) Producción	34
II.8.6) Tránsito proyectado o final-TMDA(f)	36
II.9) Líneas de colectivos	36
II.9.1) Recorridos actuales	36
II.9.2) Frecuencias actuales	38
CAPÍTULO III: Diseño Geométrico y Físico	39

III.1)	Generalidades	39
III.2)	Metodología de diseño	39
III.3)	Factores influyentes en el diseño	40
III.4)	Clasificación de las vías	41
III.5)	Vehículo de diseño	43
III.6)	Velocidad de diseño	47
III.7)	Diseño de carriles	48
III.8)	Diseño de paradas	52
CAPÍTULO IV: Seguridad Vial.....		66
IV.1)	Generalidades	66
IV.2)	Señalamiento horizontal	67
IV.2.1)	Líneas transversales	67
IV.2.2)	Líneas longitudinales	71
IV.2.3)	Símbolos y leyendas	74
IV.2.4)	Metodología de aplicación	79
IV.3)	Señalamiento vertical	79
IV.3.1)	Códigos de clasificación	79
IV.2.2)	Metodología de aplicación en señales laterales	81
IV.2.3)	Metodología de aplicación en señales aéreas.....	82
IV.2.4)	Materialización	84
IV.4)	Separadores de carril	85
IV.4.1)	Tipos de separadores	85
IV.4.2)	Elección de separadores	86
IV.5)	Iluminación	89
IV.5.1)	Factores para el diseño de iluminación	89
•	Requerimientos para conductores	89
•	Visibilidad y campo visual del conductor	90
•	Deslumbramiento y contaminación visual	90
IV.5.2)	Cálculo de iluminación	91
•	Nivel de iluminación	93
IV.5.2.1)	Disposición de luminaria	97
IV.5.3)	Elección de luminaria	100

IV.5.4) Bases de luminaria	101
IV.5.5) Cableado de luminaria	102
• Conductores eléctricos	102
• Puesta a tierra	103
• Tablero y cableado interno	103
IV.5) Semaforización	104
CAPÍTULO V: Estudio de suelos y topografía	106
V.1) Estudio de suelos	106
V.1.1) Síntesis	106
V.1.2) Generalidades	106
V.1.3) Extracción de muestras	107
V.1.4) Clasificación según H.R.B.	108
V.1.4.1) Lavado de tamiz #200	109
V.1.4.2) Límite de Atterberg	109
V.1.4.3) Resultados	109
V.1.5) Ensayos de compactación	110
V.1.6) Ensayo de valor soporte relativo e hinchamiento	112
V.1.7) Suelo mejorado con cal	113
V.1.8) Conclusiones del estudio de suelo	114
V.2) Topografía	114
V.2.1) Generalidades	114
V.2.2) Objetivos	115
V.2.3) Recopilación de información	115
V.2.4) Elaboración de los perfiles longitudinales	117
V.2.4.1) Perfil longitudinal de cotas IGN	117
CAPÍTULO VI: Diseño estructural	118
IV.1) Generalidades	118
VI.1.1) Interfase pavimento rígido y flexible	121
IV.2) Dimensionamiento pavimento rígido	122
IV.2.1) Procedimiento de cálculo	123
IV.2.2) Determinación de los ejes equivalentes (ESAL's)	124
IV.2.3) Cálculo del modo resiliente (Mr)	127

IV.2.4) Cálculo de la pérdida de serviciabilidad (Δ PSI)	128
IV.2.5) Determinación de la confiabilidad (R)	129
IV.2.6) Determinación del desvío estándar (S_o)	131
IV.2.7) Cálculo del módulo de reacción de la subrasante/base (K_{comb})	131
IV.2.8) Cálculo del módulo de reacción efectivo de la subrasante (K)	133
IV.2.9) Cálculo del módulo de elasticidad del hormigón (E_c)	135
IV.2.10) Módulo de rotura del hormigón (MR)	136
IV.2.11) Cálculo del coeficiente de transferencia de carga (J)	136
IV.2.12) Cálculo de coeficiente de drenaje (C_d)	137
IV.2.13) Número estructural necesario	142
IV.3) Dimensionamiento y adopción de juntas, pasadores y barras de unión	143
IV.3.1) Disposición y dimensionamiento de juntas transversales de contracción	144
IV.3.2) Disposición y dimensionamiento de juntas longitudinales de contracción	145
IV.3.3) Disposición y dimensionamiento de juntas transversales de construcción	148
IV.3.4) Disposición de juntas de dilatación	148
CAPÍTULO VII: Adecuación hidráulica de la vía	150
VIII.1) Introducción	150
VII.2) Situación hidrológica de la vía	150
V.2.1) Soluciones	153
V.2.2) Caudal de aporte a los sumideros.....	155
CAPÍTULO VIII: Estudio Económico	157
VIII.1) Generalidades	157
VIII.2) Cómputo y presupuesto	158
VIII.3) Evaluación económica	160
VIII.3.1) Determinación del costo de operación	163

VIII.3.2) Costo de operación anual	168
VIII.3.3) Disminución de los costos por accidentes	169
VIII.3.4) Costo por subsidios al transporte público	172
VIII.4) Indicadores Económicos	172
VIII.4.1) Valor Actual Neto (VAN)	172
VIII.4.2) Tasa Interna de Retorno (TIR)	174
VIII.4.3) Relación Beneficio-Costo (RBC)	177
VIII.5) Conclusiones	178
CAPÍTULO IX: Recomendaciones complementarias	180
IX.1) Generalidades	180
IX.2) Opciones para vías complementarias de metrobús	180
IX.2.1) Avenida 25 de Mayo	181
IX.2.2) Avenida Alberdi	182
IX.3) Asfaltado de la calle Almirante Brown	182
IX.4) Implementación de ciclovías	183
IX.2) Propuestas de recorridos alternativos de líneas de colectivos	185



Resumen ejecutivo

Introducción

El presente trabajo consiste en el estudio técnico de la situación actual del sistema de transporte público en la ciudad de Resistencia, con ejes tanto en el aspecto vial como urbanístico, de la Av. 9 de Julio y sus zonas aledañas. El tramo total de análisis en la avenida no será en toda su extensión sino de 4,9km, desde plaza 25 de Mayo hasta Av. España.

El sector del Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR) experimenta a lo largo de los años un crecimiento demográfico exponencial y con ello un aumento del tránsito urbano e interurbano, lo que ocasiona un deterioro y eventual colapso de las principales vías de circulación y sistemas de transporte público.

A su vez, la falta de creación de vías alternativas, de mantenimiento y de regulación (señalización, iluminación, etc.), genera diversos problemas tales como: accidentes, riesgo de vida para los habitantes que se encuentran en las inmediaciones, acumulación excesiva de personas o vehículos que impide la circulación normal por el lugar, daños a la vías existentes, impactos medioambientales negativos, daño de los automóviles, etc.

Como la avenida 9 de Julio es una arteria principal de la ciudad de Resistencia, su reordenamiento vehicular debe realizarse en algún momento, por ello la construcción de un sistema de transporte público para ayudar a descongestionar la circulación en varios puntos estratégicos de la ciudad de Resistencia y favorecer la conexión intermunicipal, principalmente entre la ciudad de Resistencia y la de Barranqueras, son aspectos importantes que deben abordarse para acompañar el crecimiento citado anteriormente.



Materiales y métodos

Tránsito

El estudio del tránsito consistió en realizar aforos en diversos puntos críticos de la avenida y en sus calles paralelas (vías alternativas), comparar estos datos con los obtenidos en el peaje Gral. Manuel Belgrano (vía comparativa).

Con los datos de tránsito obtenidos y procesados, se concluyó la imposibilidad de quitar carriles destinados a automóviles por los problemas que esto traería a una vía principal tan importante.

Diseño geométrico y físico

Para establecer la nueva traza de la av. 9 de Julio, se realizó un estudio detallado en campo y se recurrió a información topográfica del área, el cual comprende el dimensionamiento de sus elementos físicos, ancho de carriles, secciones transversales, intersecciones y cruces. Dichos elementos dependerán de las características del conductor, del peatón, de los vehículos y del camino. A su vez, se tuvo en cuenta los estudios geotécnicos brindados por terceros.

Para la adopción de la traza se consideró brindar una adecuada protección de los diversos carriles basándonos en las condiciones impuestas por el código de planeamiento urbano de la ciudad de Resistencia combinado con el pliego de recomendaciones técnicas y normas de diseño de la Dirección Nacional de Vialidad.

Se tomaron además ejemplos de diseño tipos de metrobús realizados en diferentes países y provincias, que se consideran acordes a la solución propuesta, respetando a su vez las normativas de diseño vigentes en el país, y teniendo como limitante el ancho ya existente del tramo en estudio.

Seguridad vial

La circulación peatonal y vehicular debe ser guiada y regulada a lo largo de todo el recorrido de manera tal que se haga de forma segura, ordenada y fluida. Con el



señalamiento horizontal, señalamiento vertical, las barreras físicas, la iluminación y los semáforos se logra aquello evitando riesgos y demoras innecesarias.

Para el señalamiento tanto horizontal como vertical es utilizó el Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras y Normas que sobre el tema mantiene vigentes la Dirección Nacional de Vialidad (DNV).

Para las barreras físicas, se utilizaron las normas de diseño vigentes de la DNV.

Para que con la iluminación se logre una visibilidad clara para la identificación obstáculos, objetos y personas que se presenten en la vía durante las horas nocturnas, se procedió al cálculo y dimensionamiento de la misma según lo establecido por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE).

Respecto al a semaforización solo se recomendó que la semaforización del carril exclusivo de colectivos cuente con onda verde y prioridad por encima de los semáforos vehiculares ya existentes. Además, los semáforos existentes deberán ser re-emplazados antes del cruce de la bocacalle y agregar la opción de permiso de doblar en algunas de las esquinas, para que el vehículo pueda cruzar el metrobus sin ningún riesgo.

Estudio de suelos y topografía

El estudio topográfico permite conocer las características superficiales de un terreno concreto, permitiendo la representación gráfica del mismo.

Para este caso, los datos topográficos fueron suministrados por planos del Consejo Federal de Inversiones (CFI) y puntos fijos proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

También se realizó nivelaciones propias en varios puntos del tramo en estudio de la avenida 9 de Julio.

Se procedió a determinar los parámetros físicos-mecánicos del subsuelo del sector, como así también conocer la distribución de los diversos tipos de suelos existentes, para proceder a su posterior clasificación.



Para poder llevar a cabo el análisis, se contó con estudios de suelos realizados en el anteproyecto llamado “Optimización de la av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas” hecho por Baldovino y Bundrea. Estos comprenden ensayos con extracción de muestras en dos puntos de la calle no pavimentada Almirante Brown, con resultados convincentes de acuerdo a lo esperado.

Diseño y calculo estructural

En base al diseño realizado en capítulo 3 fue conveniente hacer una carpeta de rodamiento rígido en los carriles centrales, y reforzado en las paradas, debido a que tiene un menor mantenimiento y dejar el asfalto en los carriles de vehículos particulares, completando el reasfaltado en toda la vía para el confort del usuario.

Al no contar con datos actuales del paquete estructural de la vía, se realizó el dimensionamiento del espesor de pavimento en la calzada mediante el diseño estructural que propone la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Adecuación Hidráulica de la vía

Los estudios hidrológicos comprenden de gran relevancia dentro del anteproyecto, ya que a partir de los mismos se evaluó la necesidad de evacuar las aguas superficiales a través de desvíos ejecutados con pendientes, debido a que puede incurrir en inundaciones en la zona, perjudicando al uso de la vía pública como también el debilitamiento de las estructuras existentes como también perjudicando la economía de la zona.

La vía en estudio ya cuenta con un sistema de drenaje propio con cunetas, sumideros, cañerías internas que van hacia las lagunas y que luego son descargadas al río Paraná.

Para dichos estudios se citó el trabajo final “ALTERNATIVAS DE REPARACION DE LA AVENIDA 9 DE JULIO” del Ingeniero Szymula Juan Pablo, definiendo dos zonas donde se cuenta con daños o modificaciones del diseño primario, reducciones de sección de las cunetas y deficiencia de los desagües, a la altura de la calle Florida (3100) y a la altura de la calle Pérez (3400), contando en ambos sectores con sumideros.



Se relevaron los imbornales existentes y se planteó una serie de soluciones a lo anteriormente mencionado, mediante la implementación de modificación de algunos sumideros existentes, como así también la construcción de nuevos sumideros en zonas críticas.

Estudio económico

La evaluación económica se centra en identificar los parámetros financieros de mayor incidencia, con el objetivo de determinar los indicadores de rentabilidad económicos para la ejecución del proyecto.

En el análisis se determinó el presupuesto de oferta del anteproyecto, considerando los respectivos costos de materiales, mano de obra, gastos generales, beneficios e impuestos correspondientes.

También fue necesario analizar la factibilidad del proyecto desde el punto de vista social. Para ello, se realizó una evaluación social identificando las fuentes de beneficios y costos sociales, de manera de garantizar si el proyecto favorece la maximización del bienestar colectivo.

Resultados

Tránsito

Los conteos realizados en los diversos puntos críticos de la avenida y calles paralelas arrojaron los siguientes valores de TMDA:

- Av. 9 de julio – Av. San Martín: 938 veh/h
- Juan B. Justo y Av. San Martín: 417 veh/h
- Hipólito Yrigoyen y Av. Vélez Sarsfield: 335 veh/h
- Almirante Brown y José Hernández: 491 veh/h
- Arturo Illia y San Lorenzo: 461 veh/h



Dando como resultado, en un horizonte de 20 años de vida útil del proyecto, un TMDA de la avenida 9 de julio de 31.513 veh/día

Diseño geométrico y físico

Se adopto la alternativa de 4 calles tipos con 4 carriles de autos y 2 exclusivos para colectivos y emergencias, cuya distribución y alternancia de carriles es la siguiente:

Calle tipo número 1: posee una parada de colectivo en un cantero central colocado a mano izquierda del carril exclusivo. El ancho de los carriles de autos es igual a 6 m, el carril exclusivo de 7 m que en zona de paradas se reduce a 6,5 m y el cantero central de 2 m. La separación de carriles se materializa mediante cantero central a mano izquierda y separadores plásticos a mano derecha.

Calle tipo número 2: posee una parada de colectivo en un cantero central colocado a mano derecha del carril exclusivo. El ancho de los carriles de autos es igual a 6 m, el carril exclusivo de 7 m que en zona de paradas se reduce a 6,5 m y el cantero central de 2 m. La separación de carriles se materializa mediante cantero central a mano derecha y separadores plásticos a mano izquierda.

Calle tipo número 3 y 4: poseen dos canteros centrales colocados. El ancho de los carriles de autos es igual a 6 m, el carril exclusivo de 7 m y los canteros centrales de 1,1 m. La separación de carriles se materializa mediante canteros centrales.

Diseño y calculo estructural

Se adoptaron tres tipos diferentes de perfiles a lo largo de todo el recorrido, en el cual se optó por el levantamiento y construcción de losas centrales (carriles de colectivos) a lo largo de todo el trayecto, y además el levantamiento y construcción de losas laterales (carriles de autos), desde la calle Profesor Portela hasta av. España.

Por otro lado se repara el asfalto existente dañado en losas laterales y se asfalta las nuevas losas desde la calle Profesor Portela hasta la av. España.

Los paquetes estructurales según calculo resultaron 3:



1. Paquete en carriles centrales: consta de suelo cal de 20 cm de espesor, RDC-150 de 20 cm de espesor y losa de hormigón H-30 de 15 cm de espesor.
2. Paquete en carriles centrales en zona de paradas (paquete reforzado): consta de suelo cal de 20 cm de espesor, RDC-150 de 20 cm de espesor y losa de hormigón H-30 de 20 cm de espesor.
3. Paquete en carriles laterales: consta de suelo cal de 20 cm de espesor, RDC-150 de 15 cm de espesor, losa de hormigón H-30 de 25 cm de espesor y una capa de asfalto

Seguridad vial

Para el señalamiento horizontal en este anteproyecto se utilizarán las siguientes inscripciones:

- **Velocidad máxima/mínima**
- **No estacionar**
- **No estacionar ni detenerse**
- **Carril restringido**
- **Carril de emergencia**

Para el señalamiento vertical en este anteproyecto se colocarán señales de ceda el paso, pare, velocidad máxima (40km/h y 60km/h), no girar a la izquierda, no girar a la derecha y prohibido estacionar.

Para la iluminación se utilizan 2 tipos de luminarias, una de 14 m de altura, “led Hefesto VC 160” y otra 6 m de altura, “led Hefesto VC 48”.

Respecto a las barreras físicas se adoptó como separadores de carriles centrales de laterales, estas barreras son 2:

1. Canteros centrales separadores
2. Defensa combinada con separador boya y pizona.



Suelos

Debido a la imposibilidad de realizar estudios de suelo sobre la avenida analizamos los valores obtenidos por Baldovino y Bundrea en el anteproyecto llamado "Optimización de la av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas". Dicho estudio fue realizado con muestras de la calle Almirante Brown (aun no pavimentada) que es aledaña y paralela a la av. 9 de Julio.

Se realizaron ensayos de compactación, y se obtuvieron los valores de pasa tamiz #200 y límites de Atterberg. Luego se procedió clasificación de suelo según la metodología H.R.B. Obteniendo para ambas muestras que más del 35 % de las mismas pasaban el tamiz #200.

La muestra n. °1 resulto ser de composición limo arcillosa y de clasificación A-6, mientras que la muestra n. °2 resulto ser de composición limo arcillosa y de clasificación A-7-6.

La clasificación dio como resultado que se tratan de suelos arcillosos con muy baja valoración para obras viales. Resultado que concuerda con lo esperado de acuerdo al perfil edafológico de la zona, por lo tanto, son tomados como ciertos para la avenida en estudio.

Para mejorar las propiedades mecánicas del suelo se propone un mejoramiento con cal.

Adecuación hidráulica de la vía

La verificación del sistema de drenaje arrojó las siguientes conclusiones

- Modificación de la ubicación de los imbornales, lo cual viene acompañado del arreglo de los mismos y/o modificación de cada uno.
- Conducto pluvial necesario en la calle Florida $\geq 1,20$ m
- Conducto pluvial necesario en la calle Pérez $\geq 1,40$ m



Obras complementarias

Se analizó alternativas de proyecto de manera de complementar y beneficiar las propuestas realizadas, tanto en el aspecto social como en el económico.

Estas obras complementarias son:

- Ampliación del metrobús por av. 25 de Mayo hasta ruta nacional Nº11
- Ampliación del metrobús por av. Alberdi hasta av. Soberanía Nacional
- Asfaltado de la calle Almirante Brown
- Implementación de ciclovías en avenidas principales
- Recorridos alternativos de líneas de colectivos que circulan por av. 9 de Julio y sus zonas aledañas

Evaluación económica

El presupuesto de oferta de las obras a realizarse es de \$ 298.588.088

La evaluación social del anteproyecto permitió obtener los siguientes valores de indicadores de rentabilidad:

- V.A.N. = u\$s64.544.294 > 0
- R.B.C. = 11,32 > 1
- T.I.R.= 48% > 3,25%

Con lo que queda justificada la factibilidad económica de llevar a cabo el anteproyecto.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I.1) Fundamentos

El trabajo consiste en el estudio técnico de la situación actual del sistema de transporte público en la ciudad de Resistencia, con ejes tanto en el aspecto vial como urbanístico, de la Av. 9 de Julio y sus zonas aledañas. El tramo total de análisis en la avenida no será en toda su extensión sino de 4,9km, desde plaza 25 de Mayo hasta Av. España.

El sector del Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR) experimenta a lo largo de los años un crecimiento demográfico exponencial y con ello un aumento del tránsito urbano e interurbano, lo que ocasiona un deterioro y eventual colapso de las principales vías de circulación y sistemas de transporte público.

Si a lo anteriormente mencionado se le suma la falta de creación de vías alternativas, de mantenimiento y de regulación (señalización, iluminación, etc.), tenemos diversos problemas tales como: accidentes, riesgo de vida para los habitantes que se encuentran en las inmediaciones, acumulación excesiva de personas o vehículos que impide la circulación normal por el lugar, daños a la vías existentes, impactos medioambientales negativos, daño de los automóviles, etc.

Por ello, la construcción de un sistema de transporte público para ayudar a descongestionar la circulación en varios puntos estratégicos de la ciudad de Resistencia y favorecer la conexión intermunicipal, principalmente entre la ciudad de Resistencia y la de Barranqueras, son aspectos importantes que deben abordarse para acompañar el crecimiento citado anteriormente.

I.2) Necesidad del proyecto

I.2.1) Justificación

Apoyándonos en la problemática actual del tránsito en la Av. 9 de Julio, en el descontento general del usuario promedio de la misma (según encuesta representativa) y



en el déficit del transporte actual, se justifica la creación del metrobús en esta vía principal de la ciudad que conecta a Resistencia con Barranqueras.

I.2.2) Ventajas del metrobús

Con todo lo mencionado anteriormente, aplicando el sistema de metrobús según análisis propios y mediante el estudio de los mismos aplicados en diversas ciudades del mundo y sobre todo en Argentina, se pueden definir las ventajas en los siguientes ítems:

- Disminución del tráfico
- Mayor velocidad de traslado en transporte público.
- Disminución de contaminación ambiental.
- Incentivo al uso del transporte público.
- Mejora operacional mediante el tercerizado del sistema.
- El usuario activo del sistema de transporte público podrá saber con exactitud el tiempo que le llevará el traslado a su lugar de destino, evitando así retrasos.
- Mayor seguridad vial, disminuyendo accidentes entre vehículos particulares y colectivos.
- Inclusión para personas con capacidades diferentes, ancianos y niños.
- El sistema de boletos no tendrá que ser controlado por el chofer del colectivo, este se dedicará solo a manejar disminuyendo así el riesgo de accidente por distracción.
- Todos los colectivos serán seguidos mediante sistema de localización, sabiéndose en el instante el lugar de cualquier problema que los mismos puedan tener.
- Se mejorará notablemente el valor de los terrenos y la actividad comercial en zonas aledañas al metrobús.

I.3) Objetivos

Asumiendo la problemática existente en el lugar y con el conocimiento de la realización de la refacción de la Av. 9 de Julio, se buscará determinar si es viable emplazar carriles especiales para la circulación de colectivos.



Además determinar el diseño y dimensionado de sus componentes principales contemplando el proyecto de metrobús a construirse. Por lo tanto se pueden resumir los objetivos en los siguientes objetivos particulares:

- Replantear el diseño geométrico actual de la Av. 9 de Julio para la implementación del metrobús.
- Diseñar un sistema rápido, eficaz, económico y seguro de transporte público.
- Aumentar la seguridad del tránsito vehicular.
- Incentivar el uso del transporte público.
- Disminuir el uso de vehículos particulares, reduciendo la congestión vehicular en vías principales de la ciudad y el grado de contaminación.

I.4) Ubicación geográfica

El metrobús se ubicará en la ciudad de Resistencia (ver figura I.2) perteneciente al departamento de San Fernando de la provincia del Chaco de la República Argentina (ver figura I.1). El mismo se desarrollará en la Av. 9 de Julio desde plaza 25 de Mayo hasta Av. España (ver figura I.3).

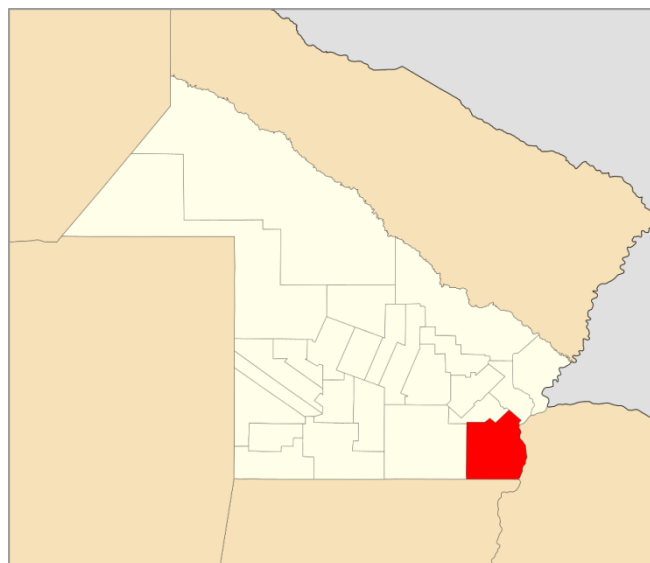


Figura I.1. Mapa de la Provincia del Chaco identificando el Departamento San Fernando, donde se encuentra el Área Metropolitana del Gran Resistencia. (Fuente: Wikipedia).

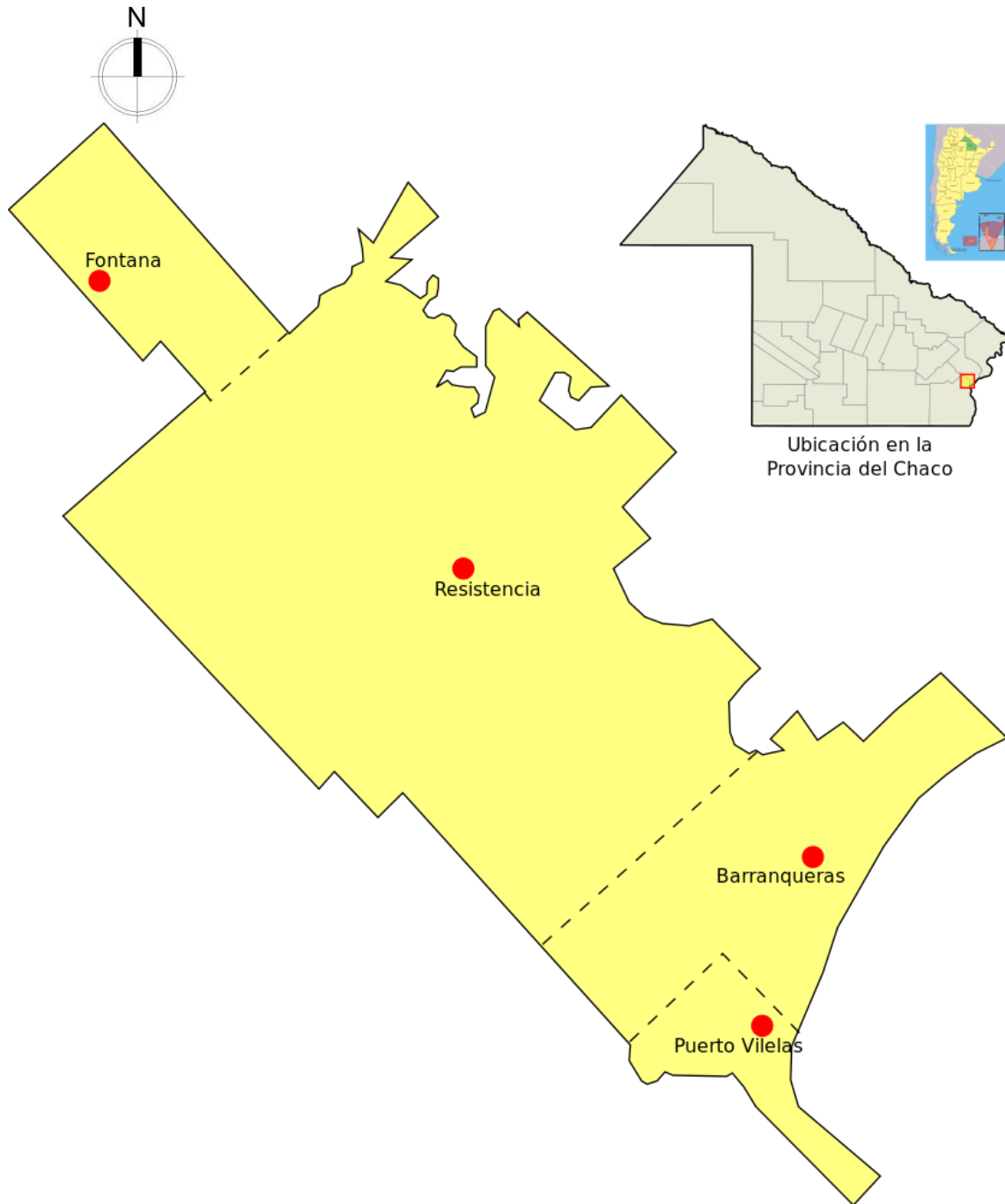


Figura I.2. Área Metropolitana del Gran Resistencia. (Fuente: Wikipedia).



ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO
UNNE-Facultad de ingeniería-2.018



Figura I.3. Vista aérea del tramo en estudio de la avenida 9 de julio. (Fuente: Google Earth).



I.5) Situación actual

I.5.1) Vía en estudio

La av. 9 de Julio cuenta con un repavimentado asfáltico desde la Plaza 25 de Mayo hasta la calle Profesor Portela – Miguel Delfino (Calle 14, altura 2.200), con trabajos de bacheo, recapado asfáltico, desagües pluviales, intervención de canteros centrales, iluminación y señalización. Luego continúan calles de pavimento rígido, con desagües pluviales, canteros centrales, iluminación y señalización hasta la Av. España (altura 4.000). Todo este largo cuenta con 17,4m de ancho de cordón a cordón.

Visto y considerando que el proyecto del metrobús tiene un ancho preliminar de 18m, con una distribución geométrica diferente a la actual, se tendrán que quitar canteros centrales, rediseñar los sistema de semaforización y señalización, ampliar el ancho de la vía (30 centímetros de cada cordón) y agregar paradas y separaciones físicas. Desde el punto de vista del paquete estructural habrá que evaluar el estado actual y su posible intervención, tanto la parte repavimentada como la que no.

- **Semaforización y señalización:**

En las intersecciones con semaforización se puede ver que los semáforos se encuentran en buen estado físico, pero no así en su funcionamiento. Su ubicación no es del todo conveniente y tendrá que evaluarse la opción de agregar y/o diseñar semáforos en el corredor del metrobús. La forma conveniente de ubicación es antes de cruzar la bocacalle, esto provoca que los conductores que están esperando el verde, no puedan ver el cambio de luces del otro semáforo, eliminando la costumbre de iniciar la marcha cuando a éste le da amarillo y antes que se encienda su propia luz verde.

Otra observación que pudimos realizar fue que muchos de los semáforos presentan fallas eléctricas, falta de luminiscencia y algunos de luces.

La falta de señalización mediante cartelería es escasa y por lo tanto se tendrían que agregar además de la señalización propia del metrobús, señalización en las vías vehiculares.



Los carteles que indican donde no se debe girar son de gran importancia ya que, si no se encuentran en el lugar, generan confusión y pueden alentar la transgresión por parte de los conductores a la realización de maniobras imprudentes. Por su parte al no encontrarse demarcadas las sendas peatonales con su correspondiente línea de detención para los vehículos, trae aparejado un mayor peligro para el peatón ya que los vehículos obstruyen su paso como sucede con las rampas para discapacitados, contribuyendo al desordenamiento del tránsito.

- Daños en calzada:

En la parte no repavimentada, la calzada se encuentra muy dañada en algunos sectores, lo que generan accidentes, no permite la circulación fluida y provoca daños al automotor.

Estos no se limitan a la vía principal sino que también se encuentran presentes en los cruces y calles que parten o desembocan en la avenida (ver figura I.4 y I.5).



Figura I.4. Daños en calzada en avenida 9 de Julio altura 2.300-2.500. (Fuente: elaboración propia)



Figura I.5. Daños en calzada en avenida 9 de Julio altura 2.300-2.500. (Fuente: elaboración propia)

- Crecimiento vehicular debido al aumento poblacional en zonas aledañas

En los últimos años se experimentó un notable crecimiento en viviendas en las zonas aledañas a la avenida demarcadas en las figuras I.6, I.7 y I.8 (en rojo los nuevos asentamientos), en los años venideros se prevén nuevas viviendas con un aumento de flujo vehicular y de potenciales usuarios del servicio.

Este proyecto va a reconvertir a la avenida 9 de Julio en una vía principal para la circulación del transporte público urbano e interurbano potenciando así aún más el crecimiento poblacional del lugar debido a posibles obras de viviendas y comercios que se asentarían en la zona.



ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO
UNNE-Facultad de ingeniería-2.018

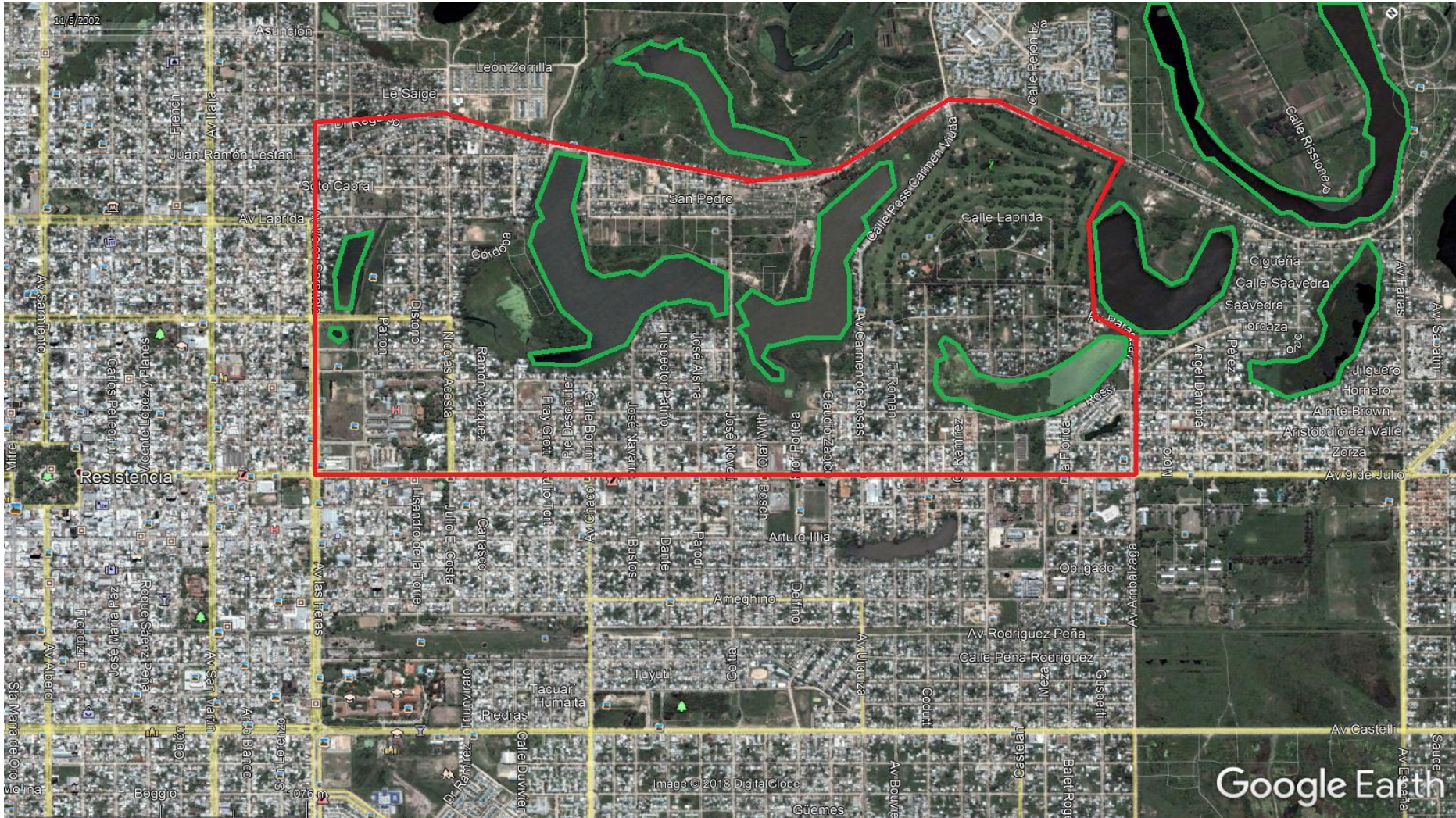


Figura I.6. Detalle zona de ampliación residencial y relleno de lagunas año 2.002. (Fuente: Google Earth)

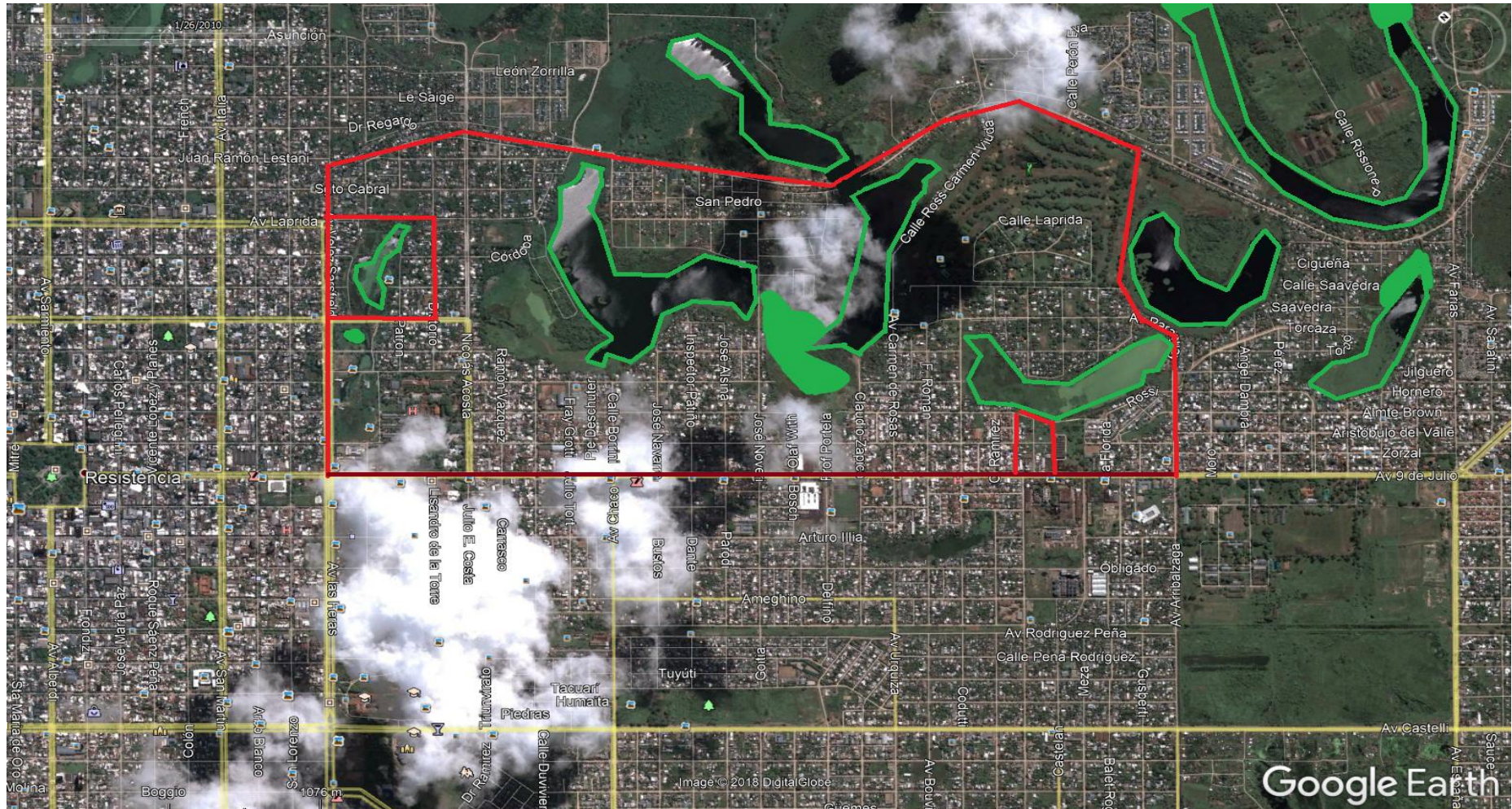


Figura I.7. Detalle zona de ampliación residencial y relleno de lagunas año 2.010. (Fuente: Google Earth)



Figura I.8. Detalle zona de ampliación residencial y relleno de lagunas año 2.017. (Fuente: Google Earth)



- Situación hidrológica de la vía

A lo largo de los últimos años los desagües naturales se fueron rellenando e impermeabilizando, convirtiendo a zonas no inundables en zonas inundables (ver figuras I.6, I.7 y I.8 demarcados en verde)

La zona repavimentada la avenida actúa como un parteaguas de las subcuencas aledañas a la misma. La zona no repavimentada se encuentra incluida en estas subcuencas, las cuales se estudiaremos y delimitaremos con detalle. Hay que considerar que la avenida cuenta con un sistema de desagüe propio, el cual a nuestro criterio no se encuentra en óptimas funciones de funcionamiento, debido a roturas, fallas de infraestructura y obstrucciones (ver figura I.9).



Figura I.9. Imbornales en mal estado en la avenida 9 de Julio altura 2.400. (Fuente: elaboración propia)

I.5.2) Situación demográfica

El estudio de los censos realizados en el año 2.010 (290.723 habitantes) revelan que la población de la ciudad capital ha crecido un 5,58% respecto del último censo en el año 2.001 (274.490 habitantes), sin embargo las demás ciudades que conforman el Área Metropolitana del Gran Resistencia presentan una tasa de crecimiento mayor a este. (Tabla I.1).



Tabla I.1. Evolución demográfica del Gran Resistencia (fuente: Wikipedia).

EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA DEL GRAN RESISTENCIA A LO LARGO DE LOS CENSOS NACIONALES							
Componente	Departamento	Censo 2010	Censo 2001 ²	Censo 1991 ²	Censo 1980	Censo 1970 ³	Censo 1960 ³
Resistencia	San Fernando	290.723	274.490	229.212	174.419	S/D	S/D
Barranqueras	San Fernando	54.698	50.738	42.572	21.900	S/D	S/D
Fontana	San Fernando	32.027	26.745	14.436	7.303	S/D	S/D
Puerto Vilelas	San Fernando	8.278	7.617	6.067	4.604	S/D	S/D
Total		385.726	359.590	292.287	220.104	142.848	108.287

Con estos datos es posible analizar el comportamiento que tendrá la evolución demográfica en el futuro de las ciudades interconectadas por el metrobús (Resistencia-Barranqueras), se debe adoptar una tasa de crecimiento anual promedio basándose en los censos anteriores de cada ciudad y estimar una población futura, teniendo en cuenta que la tasa de crecimiento de los censo anteriores disminuyen a medida que aumenta la población, el último fue de 5,5%; considerando la situación actual de defensas y de espacio habitable ocupado creemos lógico la adopción de un valor del 5% de crecimiento poblacional a futuro. Volcando estos resultados en una gráfica, se identifica notablemente que el incremento de la tasa de crecimiento de las ciudades satélites es mayor que la de Resistencia. (Tabla I.2) y (Gráfico I.1 y I.2).

Tabla I.2. Evolución demográfica estimada de Resistencia y Barranqueras. (Fuente: elaboración propia)

EVOLUCION DEMOGRAFICA A FUTURO DEL GRAN RESSITENCIA							
CIUDAD	DEPARTAMENTO	CENSO 1980	CENSO 1991	CENSO 2001	CENSO 2010	ESTIMACIÓN 2020	ESTIMACIÓN 2030
RESISTENCIA	SAN FERNANDO	174.149	229.212	274.490	290.723	305.259	320.522
BARRANQUERAS	SAN FERNANDO	21.900	42.572	51.738	54.689	57.423	60.295
Total		196.049	271.784	326.228	345.412	362.682	380.817

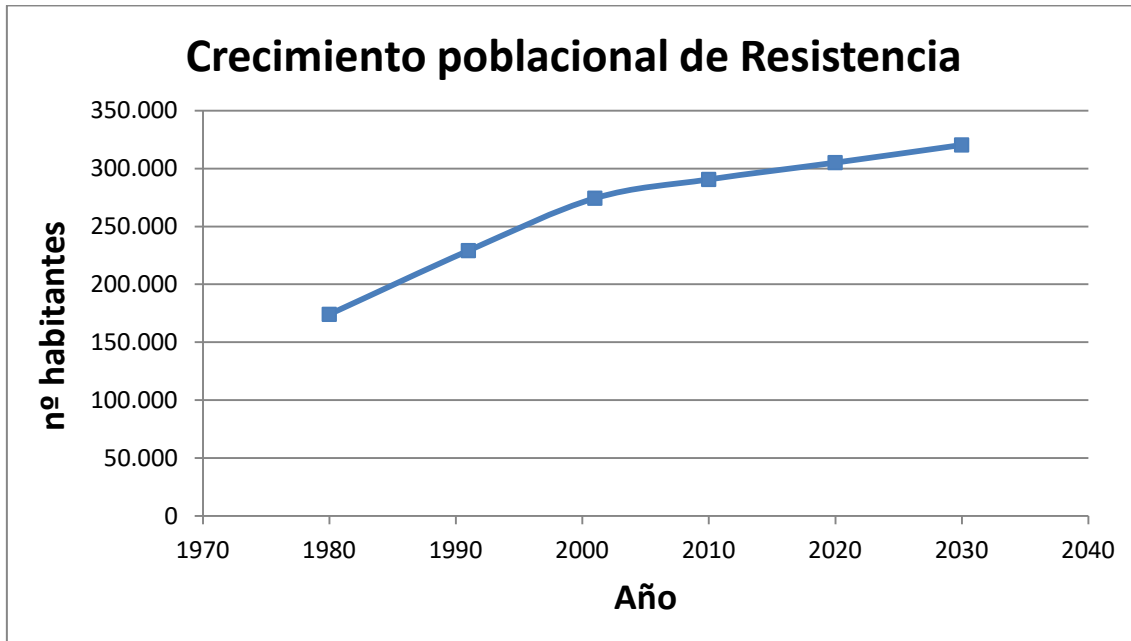


Grafico I.1. Estimación del crecimiento poblacional de Resistencia. (Fuente: elaboración propia)

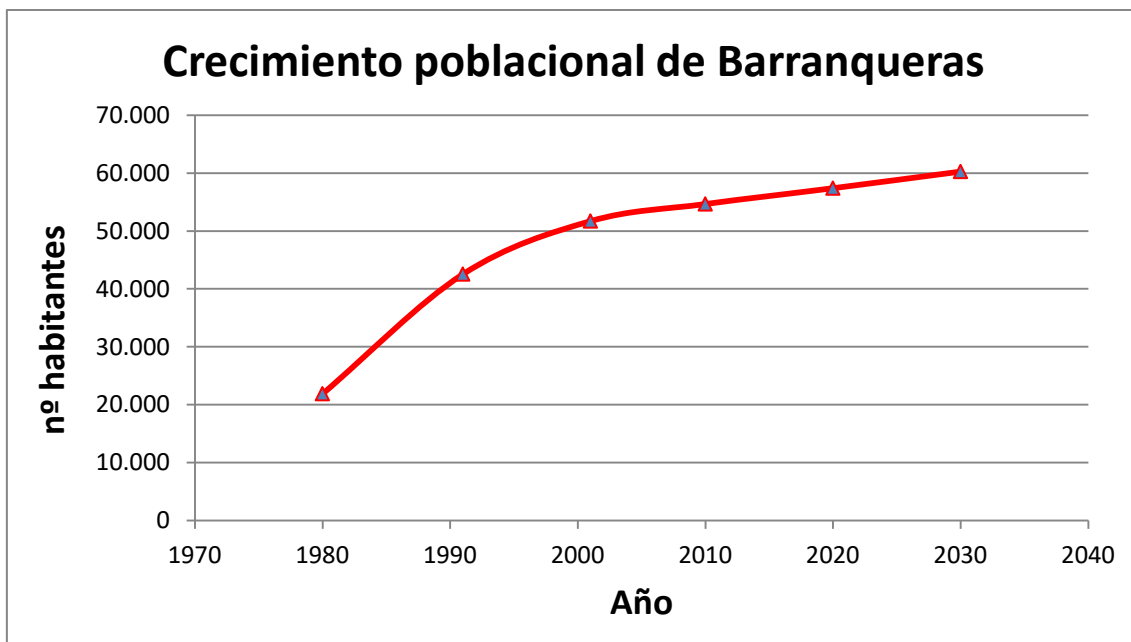


Grafico I.2. Estimación del crecimiento poblacional de Barranqueras. (Fuente: elaboración propia)



CAPÍTULO II

TRÁNSITO

II.1) Generalidades

El diseño de un camino se encuentra influenciado por dos factores, configuración inicial del terreno que debe atravesar y el tránsito a soportar. Un buen diseño será aquel que teniendo en cuenta ambos factores, en función de su importancia y logrando un equilibrio entre ellos, tenga un costo de transporte anual mínimo.

Cuando el tránsito es reducido, el diseño del camino deberá estar influenciado por el primer factor. Teniendo en cuenta que la vía en estudio ya está materializada y solo se modificará la distribución de sus elementos (cartelería, canteros centrales, etc.), y que además el tráfico en la misma es intenso, el factor que intervendrá preponderantemente será el tránsito a soportar.

El elemento básico que nos permite evaluar el flujo de tránsito lo constituye el volumen, el cual “se denomina al número de vehículos que pasa por un tramo dado durante un período de tiempo. El Tránsito Medio Diario Anual es una medida fundamental del tránsito y se define como el volumen de tránsito total anual dividido por el número de días del año, generalmente se abrevia T.M.D.A.” (Definición de Vialidad Nacional).

La determinación del volumen de tránsito que circula por una red de caminos, es de utilidad para definir la importancia relativa de un camino o ruta sobre otra. Estos datos de volumen son fundamentales en la actividad vial, ya sea para el diseño geométrico o estructural de un camino, tareas de planificación de mantenimiento, de seguridad, etc.



II.2) Situación actual

La provincia del Chaco se encuentra adherida a la ley nacional 26.363 de Tránsito y Seguridad Vial (que modifica a la anterior ley 24.449). En esta ley se consideran las infracciones tanto graves (pasar un semáforo en rojo, conducir en estado de ebriedad, etc.) como leves. Estas leyes tienen como objetivo fijar las pautas básicas de convivencia en las vías de circulación, debido a las mismas se regula el tránsito de la ciudad de Resistencia.

Respecto a las vías de circulación la ciudad de Resistencia tiene una buena distribución de las calles y avenidas, lo cual facilita al conductor su orientación, lo que genera un menor tiempo de recorrido entre lugar de origen y destino y por ende un menor número de vehículos. Por otro lado carece de un adecuado sistema de direccionamiento del tránsito, y ante cualquier eventualidad, al no haber indicaciones claras los conductores circulan de forma incorrecta rompiendo las leyes de tránsito.

Por último se debe mencionar la actual distribución del tránsito en la ciudad, la cual es muy concentrada en ciertos puntos (más que nada en el microcentro), generando picos de tránsito y acumulación de vehículos en ciertas horas y en determinadas calles y avenidas. A lo anteriormente mencionado se suman los diversos factores que congestionan el tránsito como son los accidentes de tránsito, manifestaciones y falta de conocimiento de la reglamentación vigente por parte del conductor del vehículo. Algunos de estos aspectos tienen solución desde el punto de vista técnico, mientras que otros son cuestiones sociales para las cuales no se desarrolla solución alguna en este anteproyecto.

II.3) Accidentes de tránsito

El crecimiento anual de vehículos y motos, las infracciones y los accidentes de tránsito que provocan muertes y daños (muchas veces irreversibles), son algunos de los aspectos más importantes de esta problemática que afecta tanto a quienes utilizan vehículos como a los que no.



Los accidentes de tránsito son una fuente constante de interrupciones, estos ocurren en su mayoría en los horarios pico, de 12 h a 13 h y de 19 h a 20 h durante los días de semana. Esto se puede ver en la gráfica realizada por la Unidad central de emergencias médicas, con los ingresos a la sala del 1 de enero hasta el 14 de abril del 2.018.

Se registraron 1.884 personas atendidas hasta el momento con un promedio de 18 personas por día. Los datos policiales muestran que un poco menos de la mitad de las personas que sufren un siniestro de tránsito acuden a centros de atención médica pública, siendo un gasto social grande que los ciudadanos deben pagar con los impuestos. (Gráfico II.1).

Evolución de las personas accidentadas. Unidad Central de Coordinación de Emergencias Médicas. Resistencia-Chaco. SE 1-15 de 2018 (n=1884).



Notas: "Otros" corresponde a traslados de las personas accidentadas por sus propios medios, suspensión de los servicios de la UCEM y sin datos de los desenlaces.

Gráfico II.1. Evolución de las personas accidentadas.

(Fuente:<http://www.diarionorte.com/article/165496/doloroso-saldo-por-siniestros-viales-siete-muertos-y-1884-heridos-en-lo-que-va-del-ano>).

Si se analiza la av. 9 de Julio desde la plaza 25 de Mayo hasta la Base logística del Ejército Argentino, se puede ver que según el relevamiento realizado por la Unidad central de emergencias médicas durante nueve meses del año 2.016 (enero a septiembre), la cantidad media de accidentes por esquina varía entre 8 y 14, con un mayor grado de frecuencias acercándose al microcentro. Con estos datos obtenidos de



personas que asistieron a un centro médico, puede estimarse que 35 % no necesitó de atención médica.

Estimando un valor anual, se obtiene que sobre este tramo se generan alrededor de 500 colisiones al año, suponiendo que suceden de igual forma todos los días del año, sería más de una interrupción del flujo vehicular al día. Los pasos a seguir luego de una colisión demoran un promedio 30 min, dejando un total de 250 h de interrupción de la vía al año.

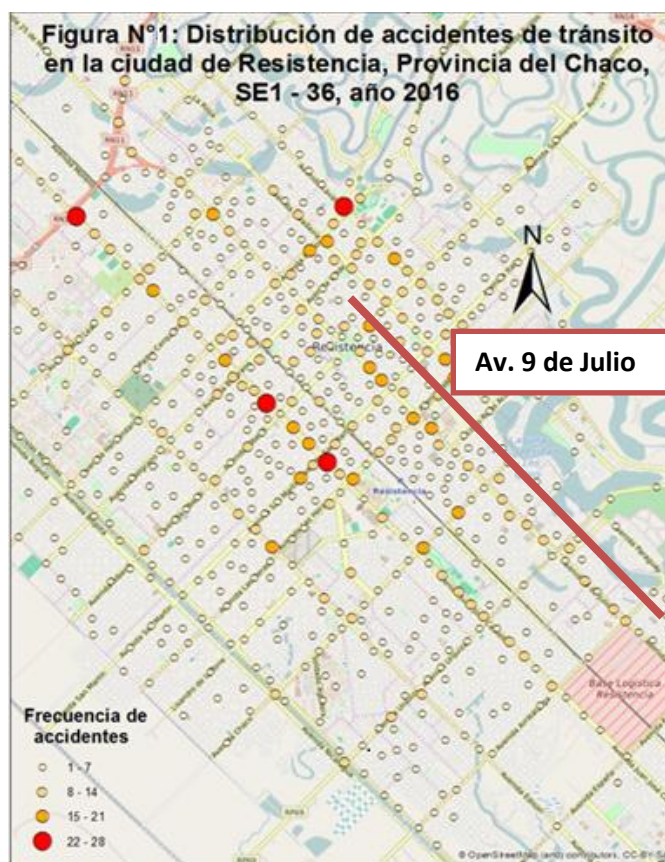


Figura II.1. Distribución y frecuencia de los accidentes en la ciudad de Resistencia.

(Fuente:<https://www.diariotag.com/noticias/locales/mapa-de-accidentes-estas-son-las-4-esquinas-mas-peligrosas-de-resistencia>).



II.4) Localización de centros de emergencias

La avenida 9 de julio cuenta con comisarias, cuarteles de bomberos y centros médicos. Algunos de estos se encuentran sobre la avenida y otros en las cercanías. Debido a que este anteproyecto cuenta con la posibilidad de ocupar los carriles exclusivos de metrobús para emergencias, se hace necesario analizar la cantidad de centros de emergencias que podrían ocupar la vía en estudio. Se ubican estos centros en las siguientes figuras:

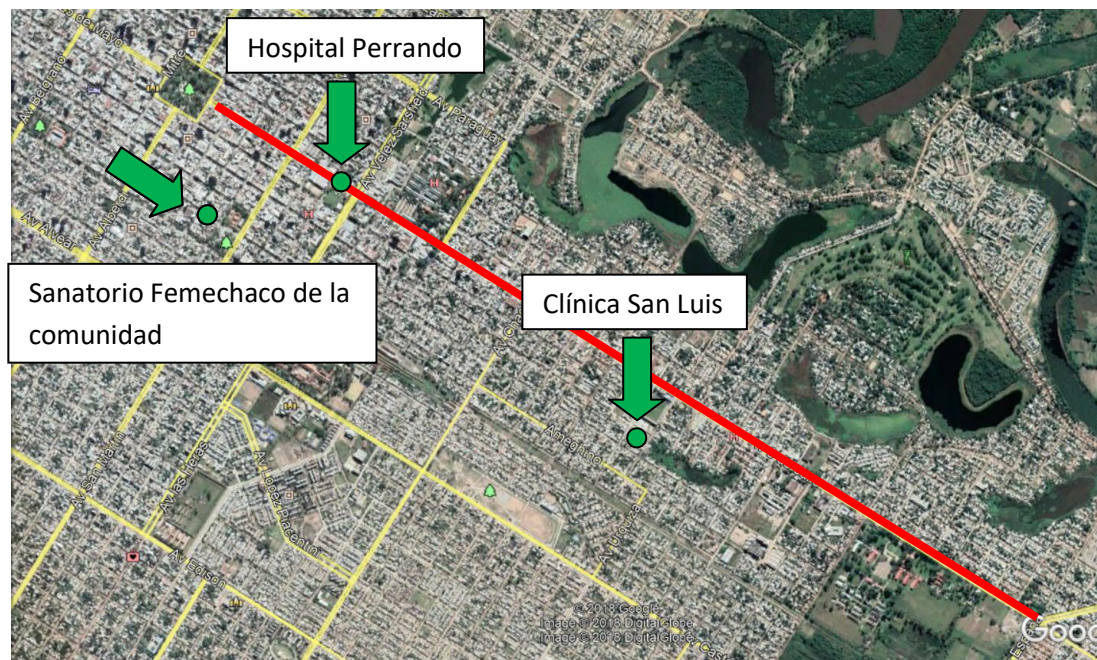


Figura II.2. Ubicación de centros de salud. (Fuente: Google Earth)



II.5) Metodología de estudio del tránsito

El estudio del tránsito se llevará a cabo principalmente mediante el conteo de tránsito en lugares estratégicos de la vía en estudio. Se evaluó además el comportamiento de los usuarios (peatón/conductor) y los problemas que los mismos pueden suscitar en el camino (accidentes, congestionamiento, etc.).

La medición directa mediante el conteo de los mismos que pasan por una sección de un camino, durante un determinado período de tiempo resulta ser de fundamental importancia para realizar todo tipo de análisis sistemático de los problemas que se presentan en todo camino, sea rural o urbano. También se puede hablar del tránsito de bicicletas, colectivos, motos, etc.

Los datos aportados por la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), en la estación de cobertura permanente ubicada en el peaje entre las provincias Chaco y Corrientes (RN n° 16), permiten aproximar el comportamiento y distribución del flujo vehicular debido a que la avenida 9 de Julio al ser una vía principal se asemeja al comportamiento del puente. Esto se puede hacer mediante la observación de las horas picos y la obtención de los coeficientes de proporcionalidad, con los cuales se puede estimar los flujos de una vía que carece de datos de una estación permanente solamente realizando conteos en la hora pico.

Junto con los valores de volumen de tránsito, se deben manejar otros datos relativos:

- **Composición:** El tránsito estará compuesto por automóviles, camiones, ómnibus, motocicletas, bicicletas, carros y peatones, con sus diferentes características de circulación.
- **Variación:** El movimiento vehicular no es constante, sino sufre variaciones de flujo, horario, diario mensual. Esta variación depende del camino y de su localización.



Tabla II.1. TMDA del puente General Manuel Belgrano entre el 12/03/2.018 y el 18/03/2.018. (Fuente: peaje puente)

Hora	LUNES de Marzo	12	MARTES de Marzo	13	MIERCOLES 14 de Marzo	JUEVES de Marzo	15	VIERNES de Marzo	16	SABADO de Marzo	17	DOMINGO de Marzo	18	PROMEDIO	
00 - 01	513		273		327		369		352		550		725	444	2,12
01 -- 02	365		165		184		180		204		438		627	309	1,48
02 -- 03	152		131		117		140		174		285		518	217	1,04
03 -- 04	149		106		89		107		101		336		368	179	0,86
04 -- 05	148		119		140		129		153		187		304	169	0,81
05 -- 06	322		278		338		295		289		296		293	302	1,44
06 -- 07	721		751		766		694		697		426		401	637	3,04
07 -- 08	1400		1285		1368		1134		1249		891		484	1116	5,33
08 -- 09	1510		1487		1395		1150		1477		1243		552	1259	6,02
09 -- 10	1354		1131		1170		1090		1235		1140		702	1117	5,34
10 -- 11	1161		1087		1167		878		1152		1153		841	1063	5,08
11 -- 12	1062		1039		1111		856		1189		1182		997	1062	5,08
12 -- 13	1265		1270		1311		1040		1265		1384		972	1215	5,81
13 -- 14	1207		1154		1190		1005		1338		1211		769	1125	5,37
14 -- 15	948		1089		1099		1014		1149		880		714	985	4,70
15 -- 16	1057		1012		1051		1022		1216		954		930	1035	4,94
16 -- 17	1119		1200		1244		1171		1436		1023		1108	1186	5,67
17 -- 18	1251		1304		1303		1354		1450		1024		1169	1265	6,04
18 -- 19	1288		1227		1341		1357		1570		1205		1360	1335	6,38
19 -- 20	1212		1202		1246		1205		1420		1119		1474	1268	6,06
20 -- 21	1116		1188		1245		1108		1451		1229		1453	1256	6,00
21 -- 22	897		919		882		1071		1315		1321		1238	1092	5,22
22 -- 23	553		574		470		658		964		1176		859	751	3,59
23 -- 24	436		440		444		483		628		835		555	546	2,61
	21206		20431		20998		19510		23474		21488		19413	20931	
	LUNES de Marzo	12	MARTES de Marzo	13	MIERCOLES 14 de Marzo	JUEVES de Marzo	15	VIERNES de Marzo	16	SABADO de Marzo	17	DOMINGO de Marzo	18	TOTAL	
	101,31		97,61		100,32		93,21		112,15		102,66		92,75		100,00



Tabla II.2. Cuento de elaboración propia de 08:00 h a 09:00 h. (Fuente: elaboración propia)

Hacia la plaza		Total
Autos	398	
Motos	409	
Colectivos	44	
Camiones	3	
Emergencias	8	
Hacia Barranqueras		948
Autos	263	
Motos	160	
Colectivos	39	
Camiones	1	
Emergencias	2	

Luego se hizo nuevamente un nuevo aforo, en el mismo lugar, en la franja horaria de 12:00 h a 13:00 h al considerar que se produce un pico en la circulación de vehículos teniendo en cuenta que este mismo lugar pertenece al microcentro de la ciudad y además teniendo en cuenta salidas de colegios, cierres de locales comerciales, bancos, entidades públicas, etc. (Ver tabla II.3)

Tabla II.3. Cuento de elaboración propia entre las 12:00 h a 13:00 h. (Fuente: elaboración propia)

Hacia la plaza		Total
Autos	364	
Motos	246	
Colectivos	45	
Camiones	0	
Emergencias	4	
Hacia Barranqueras		1051
Autos	320	
Motos	551	
Colectivos	41	
Camiones	3	
Emergencias	8	

Como resultado dio un aumento del 11% comparado con el aforo realizado entre las 08:00 h y 09:00 h.

El aforo realizado en la franja horaria de 08:00 h a 09:00 h arrojó un valor de 948 veh/h.



Utilizando el coeficiente de estacionalidad horaria (α) de 08:00 h a 09:00 h brindado por la estación permanente del peaje del puente General Manuel Belgrano se procede al cálculo del TMDA:

$$\text{TMDA existente Av. 9 de Julio} = 948 \text{ veh/h} / 0.073 = 12.986 \text{ veh/día}$$

$$\text{TMDA} = 12.986 \text{ veh/día}$$

Valor que se considera apropiado para la vía en estudio es decir mayor a la mitad, siendo el valor del TMDA de 20.000 veh/día del puente Chaco-Corrientes.

II.6) Estudio de vías alternativas al tramo en estudio

Para la realización del diseño de metrobús se tuvo en cuenta la situación actual del tránsito en algunas vías paralelas a la avenida 9 de julio, como ser las calles Juan B. Justo, Arturo Illia, Hipólito Yrigoyen y Almirante Brown. (Ver figura II.7)

Para definir la situación actual de estas vías mencionadas anteriormente se produjeron censos volumétricos durante una hora en las siguientes intersecciones:



Figura II.7. Lugares de los aforos realizados. (Fuente: Google Earth)



En las siguientes tablas se muestran los conteos realizados sobre el lado de la vía paralela a la avenida 9 de Julio, con sus respectivas intersecciones:

Tabla II.4. Conteo de vehículos. (Fuente: elaboración propia)

Juan B. Justo y Av. San Martín		Total (veh/h)
Autos	332	417
Motos	242	
Colectivos	0	
Camiones	4	
Emergencias	0	

Tabla II.5. Conteo de vehículos. (Fuente: elaboración propia)

Hipólito Yrigoyen y Av. Vélez Sarsfield		Total(veh/h)
Autos	276	335
Motos	176	
Colectivos	0	
Camiones	0	
Emergencias	4	

Tabla II.6. Conteo de vehículos. (Fuente: elaboración propia)

Almte. Brown y José Hernández		Total(veh/h)
Autos	402	491
Motos	266	
Colectivos	0	
Camiones	0	
Emergencias	8	

Tabla II.7. Conteo de vehículos. (Fuente: elaboración propia)

Arturo Illia y San Lorenzo		Total(veh/h)
Autos	382	461
Motos	225	
Colectivos	16	
Camiones	4	
Emergencias	8	

Teniendo en consideración que las vías alternativas como Juan B. Justo, Arturo Illia y Almirante Brown se encuentran con un valor considerable de tránsito, se recomienda no derivar los vehículos hacia las mismas desde la avenida 9 de Julio para el diseño del metrobús.



II.7) Determinación del tránsito derivado, inducido y generado

Se define al **tránsito derivado** como aquel que deja de utilizar otras alternativas de camino para circular por el camino de proyecto. Se estima a partir de censos de origen y destino en las vías cercanas a la de proyecto en obras nuevas, o en un porcentaje que va desde el 5% al 30% del TMDA existente para obras de rehabilitación como es el caso de este proyecto.

Se supone que el tránsito derivado es del 10% por motivo que al mejorar el transporte urbano no se producirá tanto incremento del tránsito de automóviles y de motos, sino de colectivos. Este atraerá al usuario por el menor tiempo de demora, la seguridad, el confort y la reducción del costo generalizado de viaje.

Transito derivado= % del TMDA existente

Transito derivado (10%)= $0,10 \times 12.986 \text{ veh/dia} = 1.299 \text{ veh/dia}$

El **tránsito inducido** se produce por viajes motivados por la mejora y que si no hubiera mejora esos viajes no se realizarían. Según el pliego de especificaciones técnicas de la DNV se considera que el mismo será 20% del TMDA existente.

Tránsito inducido= % del TMDA existente

Tránsito inducido (20%)= $0,20 \times 12.986 \text{ veh/dia} = 2.597 \text{ veh/dia}$

El **tránsito generado** se produce como efecto de la mejora, al producirse asentamientos industriales, agroindustriales, agropecuarios, subdivisión de la tierra, etc. Se supone que las empresas que se ubican en el parque industrial de Barranqueras, el cual todavía no está en pleno desarrollo, ocuparan esta vía para obtener mercadería o recibir insumos (ver figura II.8). Además el tramo de la av. 9 de Julio desde la rotonda comenzó a desarrollarse como una avenida comercial, la mejora en la circulación incrementara el uso del tramo, lo cual favorecerá a los comerciantes de la zona, sus niveles de producción, valor de las tierras, etc. Se proyecta que el incremento en el transito sobre la avenida será de 10%.



Figura II.8. Ubicación del parque industrial. (Fuente: Google Earth)

Procediendo al cálculo:

Tránsito generado= % del TMDA existente

Tránsito generado (10%)= $0,10 \times 12.986 \text{ veh/día} = 1.299 \text{ veh/día}$

El **TRÁNSITO INICIAL** se compone del tránsito existente, derivado, inducido y el generado.

TMDA inicial= $12.986 \text{ veh/día} + 1.299 \text{ veh/día} + 2.597 \text{ veh/día} + 1.299 \text{ veh/día} =$

TMDA inicial = 18.181 veh/día

II.8) Tasa de crecimiento (exponencial)

Para la determinación de la tasa de crecimiento (r), se tuvo en cuenta estudios socio – económicos de la región. Se utilizó la propuesta por el Ing. Horacio R. Vallejos en su libro “Elaboración de un proyecto vial, tomo 1: Planeamiento, 2.012”. Que consiste en analizar las series históricas de los siguientes parámetros socio – económicos:

- Población
- Parque automotor
- Consumo de combustible
- T.M.D.A. (existentes en la región)
- Producción



Tabla II.8. Porcentaje de ponderaciones (Fuente: Vallejos Horacio R. 2.012)

PARÁMETROS	OBRA NUEVA	OBRA DE REHABILITACIÓN
Población	15% r_p	10% r_p
Parque automotor	20% r_a	15% r_a
TMDA	35% r_{TMDA}	50% r_{TMDA}
Cons. combustible	15% r_c	15% r_c
Producción	15% r_{PRO}	10% r_{PRO}
Tasa de crecimiento	% r	% r

Al tratarse de una obra en rehabilitación se utilizaron los porcentajes de la segunda columna (tabla II.8) y luego tomando los porcentajes individuales de cada parámetro se obtuvo la tasa de crecimiento final.

La tasa de crecimiento individual (r_i), se calcula de la siguiente manera, en función de una serie estadística:

$$r_i = (r_f/r_o)^{(1/n)} - 1$$

r_f = último dato de la serie

r_o = primer dato de la serie

n = n° de años de la serie

Los estudios de las series históricas se llevaron a cabo en función de los datos de la provincia del Chaco.

II.8.1) Población

La determinación de la tasa de crecimiento individual en función de la población, se obtuvo a través de los datos obtenidos de censos realizados por el INDEC en el AMGR (tabla II.9).



Tabla II.9. Evolución demográfica del AMGR (Fuente: INDEC)

EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA DEL GRAN RESISTENCIA A LO LARGO DE LOS CENSOS NACIONALES							
Componente	Departamento	Censo 2010	Censo 2001	Censo 1991	Censo 1980	Censo 1970	Censo 1960
Resistencia	San Fernando	290.723	274.490	229.212	174.419	S/D	S/D
Barranqueras	San Fernando	54.698	50.738	42.572	21.900	S/D	S/D
Fontana	San Fernando	32.027	26.745	14.436	7.303	S/D	S/D
Puerto Vilelas	San Fernando	8.278	7.617	6.067	4.604	S/D	S/D
Total		385.726	359.590	292.287	220.104	142.848	108.287

Para determinar la tasa se tuvo en cuenta los censos del 1.960 y 2.010, teniendo un total de 50 años de serie. Donde se observa un gran crecimiento en la población.

$$r_p = (p_i/p_o)^{1/n} - 1 = (385.726/108.287)^{1/50} - 1 = 2,57\%$$

$$r_p = 2,57\%$$

II.8.2) Parque automotor

La tasa de crecimiento individual del parque automotor se obtuvo mediante registros de patentamiento de automóviles en la provincia de Chaco. En la misma se puede observar como aumentó notablemente el patentamiento de los mismos en los últimos años. Valor que se encuentra en relación con el aumento de la población en la provincia, especialmente en el AMGR.

Se analiza la serie histórica comprendida entre los años 2.005 y 2.014 (tabla II.10).



Tabla II.10. Indicadores de demanda de la provincia del Chaco (fuente: ministerio de economía y finanzas públicas)

Actividad Económica Provincial. 2010 - 2015									
Indicador	UM	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Participación en el Total Nacional (en %) (*)	Fuente
Consumo cemento Portland	Tn	241.305	272.903	240.623	254.895	259.714	276.266	2,3	AFCP
Distribución de energía eléctrica	GWh	1.876	1.984	2.195	2.303	2.472	2.626	2,0	CAMMESA
Patentamiento	unid.	9.643	14.346	13.969	15.788	12.828	13.620	2,1	ACARA
Permisos de edificación(**)	m ²	134.033	166.413	179.087	238.887	187.709	s/d	-	INDEC
Venta de combustibles	m ³	417.631	440.913	420.658	425.353	417.157	441.311	2,0	Sec. Energía

(*) Se considera la participación de la provincia en el total nacional tomando en cuenta el último dato disponible.

(**) Los permisos de edificación corresponden a la ciudad de Resistencia.

$$r_a = (a_f / a_o)^{1/6} - 1 = (13.620 / 9.643)^{1/6} - 1 = 8,54\%$$

$$r_a = 8,54\%$$

II.8.3) Consumo de combustible

Para el análisis del consumo, se usó la serie histórica de la venta de combustible en m³ en la provincia de Chaco, comprendida entre los años 2.003 y 2.014 (tabla II.11).

Tabla II.11. Indicadores de demanda. (Fuente: ministerio de economía y finanzas públicas)

Actividad Económica Provincial. 2010 - 2015									
Indicador	UM	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Participación en el Total Nacional (en %) (*)	Fuente
Consumo cemento Portland	Tn	241.305	272.903	240.623	254.895	259.714	276.266	2,3	AFCP
Distribución de energía eléctrica	GWh	1.876	1.984	2.195	2.303	2.472	2.626	2,0	CAMMESA
Patentamiento	unid.	9.643	14.346	13.969	15.788	12.828	13.620	2,1	ACARA
Permisos de edificación(**)	m ²	134.033	166.413	179.087	238.887	187.709	s/d	-	INDEC
Venta de combustibles	m ³	417.631	440.913	420.658	425.353	417.157	441.311	2,0	Sec. Energía

(*) Se considera la participación de la provincia en el total nacional tomando en cuenta el último dato disponible.

(**) Los permisos de edificación corresponden a la ciudad de Resistencia.

$$r_c = (c_f / c_o)^{1/6} - 1 = (441.311 / 417.631)^{1/6} - 1 = 0,92\%$$

$$r_c = 0,92\%$$



II.8.4) TMDA

Para determinar el crecimiento exponencial en función del TMDA, se analizó la serie histórica de la RNN°11 en el tramo limitado por la intersección con la ex RNN°89 y la intersección con la entrada a Resistencia, según censo de la DNV (figura II.9).



Figura II.12. TMDA RNN°11. (Fuente: DNV)

$$r_{\text{TMDA}} = (\text{TMDA}_f / \text{TMDA}_o)^{1/9} - 1 = (3.174 / 2.489)^{1/9} - 1 = 2,74\%$$

$$r_{\text{TMDA}} = 2,74\%$$



II.8.5) Producción

La tasa de crecimiento de la producción resulta de un promedio de las tasas de crecimiento de producción ganadera, agrícola y forestal. Debido a que estas tres actividades son las más preponderantes que se desarrollan en la provincia del Chaco (tabla II.13).

Tabla II.13. Indicadores de producción. (Fuente: ministerio de economía y finanzas públicas)

Producto	U.M	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Participación en el total nacional (en %) ^(*)
Tanino	miles de tn	57	50	54	48	s/d	s/d	83,8%
Leña para carbón	miles de tn	1.231	1.392	1.336	1.564	s/d	s/d	71,2%
Leña	miles de tn	818	813	703	690	s/d	s/d	70,4%
Rollizos	miles de tn	367	304	436	375	s/d	s/d	56,0%
Algodón	miles de tn	434	517	271	192	485	296	37,3%
Girasol	miles de tn	37	366	414	549	158	273	8,6%
Sorgo	miles de tn	357	309	139	250	473	222	7,2%
Bovino	miles cabezas	2.379	2.333	2.634	2.646	2.610	2.660	5,2%
Soja	miles de tn	1.551	1.655	295	554	1.385	1.191	1,9%
Maíz	miles de tn	314	483	165	292	1.080	577	1,7%
Ocupación hotelera	miles de pernoc.	219	260	291	273	279	303	0,8%
Molienda de trigo	miles de tn	57	49	57	49	41	45	0,8%
Trigo	miles de tn	1	318	234	33	21	71	0,5%
Arena para construcción	miles de tn	382	412	379	184	158	s/d	0,4%
Triturados pétreos	miles de tn	2.272	2.454	2.258	418	67	s/d	0,2%

(*) La participación corresponde al último año para el que se presentan datos.
Fuente: elaboración con base a información de sitios oficiales.

La Producción ganadera resulta de la disponibilidad bobina, donde la serie histórica conformada por los años que van del 2.010 al 2.015.

Donde el $r_{\text{prod}} = 2.660$

$$r_{\text{prodo}} = 2379$$

$$r_{\text{prod}} = (2660/2379)^{1/6} - 1 = 1,88\%$$

La producción agrícola resulta de la suma de la producción de algodón, girasol, sorgo, soja, maíz y trigo (ver tabla II.13) donde la serie histórica abarca los años comprendidos entre 2.010 al 2.015

Donde:

$$r_{\text{prod}} = 296+273+222+1191+577+71= 2630$$



$$r_{\text{prodo}} = 434+37+357+1551+314+1=2694$$

$$r_{\text{prod}} = (2630/2694)^{1/6} - 1 = -0,4\% \text{ (producción agrícola con tasa negativa)}$$

La producción forestal está compuesta por la producción de tanino, leña para carbón, leña y rollizos donde la serie histórica abarca los años comprendidos entre 2010 al 2013, sin considerar los años siguientes por no disponer de los datos.

Donde:

$$r_{\text{prodf}} = 48+1564+690+375=2677$$

$$r_{\text{prodo}} = 57+1231+818+367=2473$$

$$r_{\text{prod}} = (2677/2473)^{1/4} - 1 = 2\%$$

Siendo la tasa de crecimiento promedio de la producción:

$$r_{\text{prod}} = (r_{\text{pganadera}} + r_{\text{pagricola}} + r_{\text{pforestal}})/3 = (1,88\% - 0,4\% + 2\%)/3 = 1,16\%$$

$$r_{\text{prod}} = 1,16\%$$

Volcando los resultados en una tabla:

Tabla II.14. Resumen de indicadores de crecimiento. (Fuente: elaboración propia)

Parámetros	Obra rehabilitada	Tasa individual	Tasa ponderada
Población	10%	2,57%	0,26%
Parque automotor	15%	8,54%	1,28%
Combustible	15%	0,92%	0,14%
TMDA	50%	2,74%	1,37%
Producción	10%	1,16%	0,12%
Tasa de crecimiento			3,17%



II.8.6) TRÁNSITO PROYECTADO O FINAL- TMDA (f)

Es el tránsito que tendrá la estructura al final de la vida útil, se obtiene proyectando al final de la vida útil, el tránsito inicial con la tasa de crecimiento “r” con la siguiente expresión:

$$TMDA(f) = TMDA(0) \times (1+r)^{VU}$$

Tabla II.15. Proyección futura de las distintas vías. (Fuente: elaboración propia)

Vía	TMDA inicial	5 años	10 años	15 años	20 años
Av. 9 de Julio	16.882	19.733	23.065	26.960	31.513
Juan B. Justo	5.708	6.672	7.799	9.116	10.655
Hipólito Yrigoyen	4.584	5.358	6.263	7.321	8.557
Almte. Brown	6.721	7.856	9.183	10.733	12.546
Arturo Illia	6.315	7.381	8.628	10.085	11.788
r=3,17%					

II.9) Líneas de colectivos

II.9.1) Recorridos actuales

Las líneas de colectivos que actualmente circulan por la Av. 9 de Julio en todo su trayecto o en partes de mismo son nueve:

- **Línea 2A:** ingresa a la avenida en la Plaza 25 de Mayo hasta la calle Julio E. Costa, donde sale y no la retoma más.
- **Línea 2B:** ingresa a la avenida en la Av. Nicolas Acosta hasta la calle Monteagudo, donde sale y no la retoma más.
- **Línea 8B por calle 21:** ingresa a la avenida en la calle Dios Mena hasta la Av. Chaco, donde sale para luego intersectarla en la Av. San Martín.
- **Línea 12 Don Bosco:** ingresa a la avenida en la Plaza 25 de Mayo hasta la calle Bosch, donde sale para luego reingresar en la calle Olaf With hasta nuevamente la Plaza 25 de Mayo.



- **Línea 12 Villa Monona:** ingresa a la avenida en la Plaza 25 de Mayo hasta la calle Ángel Dambra, donde sale para luego reingresar en la Av. Farías hasta nuevamente la Plaza 25 de Mayo.
- **Línea 101:** ingresa a la avenida en la Plaza 25 de Mayo hasta la Av. España, donde retoma por Av. Farías hasta nuevamente la Plaza 25 de Mayo.
- **Línea 104:** ingresa a la avenida en la calle Dios Mena hasta la Av. Chaco, donde sale para luego intersectarla en la Av. Las Heras.
- **Línea 106:** ingresa a la avenida en la Plaza 25 de Mayo hasta la Av. España, donde retoma por Av. Farías hasta nuevamente la Plaza 25 de Mayo.
- **Línea 110:** ingresa a la avenida en la Plaza 25 de Mayo hasta la Av. España, donde retoma por Av. Farías hasta nuevamente la Plaza 25 de Mayo.
- **Línea Chaco-Ctes. Barranqueras:** ingresa a la avenida en la Av. Las Heras hasta la Av. España, donde retoma por Av. Farías hasta nuevamente la Av. Velez Sarfield.

Las líneas de colectivos que actualmente solo intersectan la Av. 9 de Julio en partes de su trayecto son seis:

- **Línea 3A:** intersecta la avenida en la Av. San Martín.
- **Línea 3B:** intersecta la avenida en la Av. San Martín.
- **Línea 3C:** intersecta la avenida en la Av. Las Heras.
- **Línea 8A:** intersecta la avenida en la Av. San Martín.
- **Línea 8B por Edison:** intersecta la avenida en la Av. San Martín.
- **Línea 107:** intersecta la calle Pellegrini.

Ver resumen en tabla II.16:



Tabla II.16. Cuadro resumen líneas de colectivos que transitan la Av. 9 de Julio. (Fuente: elaboración propia)

LINEAS	Trayecto por 9 de Julio			
	Ida		Vuelta	
	desde	hasta	desde	hasta
2A	Plaza 25 de Mayo	Julio E. Costa		
2B			Av. Nicolas Acosta	Monteagudo
3A	cruza el metrobús por Av. San Martin			
3B	cruza el metrobús por Av. San Martin			
3C	cruza el metrobús por Av. Las Heras			
5A				
5B				
5C				
8A			cruza el metrobús por Av. San Martin	
8B x Calle 21	Dios Mena	Av. Chaco	cruza el metrobús por Av. San Martin	
8B x Edison			cruza el metrobús por Av. San Martin	
12 Don Bosco	Plaza 25 de Mayo	Bosch	Olaf With	Plaza 25 de Mayo
12 Villa Monona	Plaza 25 de Mayo	Angel Dambra	Av. Farias	Plaza 25 de Mayo
101	Plaza 25 de Mayo	Av. España	Av. Farias	Plaza 25 de Mayo
104	Dios Mena	Av. Chaco	cruza el metrobús por Av. Las Heras	
106	Plaza 25 de Mayo	Av. España	Av. Farias	Plaza 25 de Mayo
107			cruza el metrobús por Carlos Pellegrini	
110	Plaza 25 de Mayo	Av. España	Av. Farias	Plaza 25 de Mayo
Chaco Ctes Barr.	Av. Las Heras	Av. España	Av. Farias	Av. Velez Sarfield

II.9.2) Frecuencias actuales

Las frecuencias de colectivos se determino en base a los censos realizados mencionados anteriormente, punto por el cual circulan las líneas 2A, 12 Don Bosco, 12 Villa Monona, 101, 106, 110, obteniéndose una frecuencia horaria de 7 veces por línea de colectivo por hora.



CAPÍTULO III

DISEÑO GEOMÉTRICO Y FÍSICO

III.1) Generalidades

El diseño geométrico del metrobús comprende el dimensionamiento de sus elementos físicos, ancho de carriles, secciones transversales, intersecciones y cruces, etc. Dichos elementos dependerán de las características del conductor, del peatón, de los vehículos y del camino.

El objetivo principal del diseño geométrico es producir una instalación que tenga un flujo continuo y que esté libre de accidentes, lo cual se logra manteniendo un estándar de diseño consistente a lo largo de todo el camino, que satisfaga las características del tránsito (vehículos y conductores) y la importancia y usos (tanto sociales como económicos) que se le da al camino en cuestión.

El diseño adoptado en este trabajo toma como premisas principales la seguridad y comodidad, pensando un diseño simple y uniforme en caso del carril de automóviles, exento de sorpresas, fácil de entender para el usuario y que no genere dudas en este.

Por el otro lado el carril exclusivo del sistema de metrobús tendrá pequeños desvíos a lo largo de su recorrido con el fin de cumplir con un diseño eficiente y posible de realizarse.

III.2) Metodología de diseño

Para definir las características geométricas del tramo en estudio el trabajo se basó en las condiciones impuestas por el código de planeamiento urbano de la ciudad de Resistencia combinado con el pliego de recomendaciones técnicas y normas de diseño de la Dirección Nacional de Vialidad.



Asimismo se tomaron como ejemplo de diseño tipos de metrobús realizados en diferentes países y provincias, que se consideran acordes a la solución propuesta, respetando a su vez las normativas de diseño vigentes en el país.

Por último se tomo como limitante el ancho existente en el tramo de estudio más un ancho extra que se puede generar siguiendo con las condiciones impuestas por el código de planeamiento urbano en la ciudad de Resistencia.

III.3) Factores influyentes en el diseño

Los factores que intervienen en el diseño se pueden clasificar en externos o internos.

Externos: Los factores externos corresponden a las condiciones preexistentes y de los cuales se deben obtener toda la información posible a fin de analizarlos y determinar algunas características importantes de la nueva vía:

- Las características físicas (Topografía, climatología, hidrología).
- Ancho de la vía existente.
- La clasificación funcional de la carretera.
- El volumen y características del tránsito actual y futuro.
- Impactos ambientales.
- Los desarrollos urbanísticos existentes y previstos en la zona de influencia
- Los parámetros socioeconómicos del área de influencia (empleo, producción)
- La calidad de las estructuras existentes
- Los peatones
- La seguridad vial (semáforos, señalamiento horizontal y vertical)

Internos: Por su parte los factores internos son aquellos que son propios a la vía pero que en parte dependen de los externos:

- Las velocidades a tener en cuenta
- Las características de los vehículos



- Los efectos operacionales de la geometría
- Las características del tráfico
- Las capacidades de las vías
- Las aptitudes y comportamiento de los conductores

III.4) Clasificación de la vía

La Red de carreteras de Argentina tiene aproximadamente 500.000 km, de los cuales 37.800km pertenecen a la red troncal primaria con jurisdicción nacional, 178.000km están gestionados por la jurisdicción provincial; 285.000km forman la red terciaria administrada por municipalidades o comunas; 75% del tránsito vehicular se realiza por carreteras pavimentadas; en 95% de la red vial circula un tránsito medio de 500 vehículos por día y aproximadamente 5.000km de la red total son vías rápidas (autopistas y autovías) y por ella circulan más de 4.500 vehículos por día.

La red de carreteras de Argentina se divide en carreteras troncales, secundarias y terciarias:

- **Red de carreteras troncales:** con una longitud de 38.000 km, son aquellas carreteras que tienen jurisdicción nacional. Constituyen parte de esta red las rutas nacionales, las autopistas y autovías concesionadas.
- **Red de carreteras secundarias:** cuya extensión es de 178.000 km, está formada por el conjunto de las carreteras de jurisdicción provincial. Forman parte de esta red la totalidad de las rutas provinciales argentinas.
- **Red de carreteras terciarias:** totalizan aproximadamente unos 400.000 km, está formada por el conjunto de las carreteras de titularidad municipal o comunal.

En nuestro proyecto la vía en estudio al ser municipal sea un carretera terciaria.



➤ De acuerdo al Código de Planeamiento Urbano la red vial se clasifica en:

a) RED VIAL PRINCIPAL

1) Red primaria: está constituida por los tramos de rutas nacionales y provinciales, que posibilitan los accesos regionales y distribuyen el tránsito desde los mismos hacia la red vial secundaria.

2) Red secundaria: está constituida por las arterias de tránsito rápido que distribuyen los flujos principales de circulación entre los distintos sectores del complejo urbano y desde los mismos hacia las salidas regionales. Por su naturaleza estas arterias deben disponer de un ancho de vía suficiente y ser periféricas a las áreas centrales y de mayor densificación con el fin de evitar la congestión de las mismas. Al mismo tiempo por su ubicación dentro de la red, algunas están destinadas preferentemente al tránsito de cargas pesadas, otras al de cargas livianas, y otras al de tránsito liviano.

3) Red terciaria: está constituida por las vías que interconectan entre sí las áreas centrales y comerciales y canalizan el mayor flujo del transporte colectivo urbano con sus múltiples paradas por lo cual la velocidad de circulación se torna más lenta, esta red configura una trama cruzada con la red secundaria de modo que desde cualquier punto de la misma es posible alcanzar, a corta distancia una vía rápida de distribución.

b) RED VIAL INTERNA

4) Red cuaternaria: está representada por las múltiples calles de acceso a cada parcela urbana por lo cual no integran la categoría de red principal. No obstante, deben guardar una red terciaria y es admisible su intersección con la red secundaria, pero de ningún modo puede tolerarse su vinculación directa con la red primaria para la cual deben preverse calles laterales de servicio.

En nuestro proyecto la vía en estudio según el código de planeamiento urbano se clasifica en red terciaria.



- De acuerdo a la Dirección Nacional de Vialidad (DNV):

La DNV clasifica la red vial del I al V dependiendo a la topografía del terreno, el TMDA de la vía en estudio y la velocidad directriz de la misma. Ver tablas adjuntas en anexo.

En nuestro caso nuestra vía se clasifica en categoría I, con un TMDA entre 5.000 y 15.000, un control de acceso parcial y un número de trochas 2+2.

III.5) Vehículo de diseño

Para diseñar una vía hay que definir qué tipo de vehículos van a usarla, y que tipos de vehículos no, derivándolos a vías paralelas. Agrupar estos vehículos por categoría, definir sus dimensiones y pesos.

La norma AASHTO agrupa los vehículos en diversos tipos según la siguiente tabla:

Tabla III.1. Dimensiones de vehículos de diseño (Fuente: AASHTO).

TIPO	DIMENSIONES			VOLADIZOS		DIST. EJES			RADIO MIN.DE GIRO	
	Alto	Ancho	Largo	Del.	Tras.	1°-2°	2°-3°	3°-4°	Ext.	Int.
P	1.30	2.15	5.80	0.90	1.50	3.40			7.30	4.20
SU	4.10	2.40	9.10	1.20	1.80	6.10			12.80	8.50
BUS	4.10	2.60	12.10	2.10	2.45	7.60			12.80	7.40
ABUS	3.20	2.60	18.30	2.60	2.90	5.50			11.60	4.30
WB-12	4.10	2.60	15.20	1.20	1.80	4.00	8.25		12.20	5.70
WB-15	4.10	2.60	16.70	0.90	0.60	6.10	9.15		13.70	5.80
WB-18	4.10	2.60	19.90	0.60	0.90	3.00	6.10	6.40	13.70	6.80
WB-19	4.10	2.60	21.00	1.20	0.90	6.10	12.80		13.70	2.80
WB-20	4.10	2.60	22.50	1.20	0.90	6.10	14.30		13.70	0
WB-29	4.10	2.60	31.00	0.80	1.00	4.10	6.30	6.60*	15.20	6.30
WB-35	4.10	2.60	35.90	0.60	0.60	6.70	12.20	13.40	18.30	5.20
MH		2.40	9.10	1.20	1.80	6.10			12.20	790
P/T		2.40	14.90	0.90	3.05	3.40			7.30	0.60
P/B		2.40	12.80	0.90	2.40	3.40			7.30	2.00
MH/B		2.40	16.10	1.20	2.40	6.10			15.20	10.70



Siendo:

- P: automóviles, furgones pequeños y camionetas.
- SU: camión sencillo de dos ejes.
- BUS.
- ABUS.
- WB-12: semitrailer intermedio.
- WB-15: semitrailer largo.
- WB-18: semitrailer doble fondo-trailer completo.
- WB-19: semitrailer interestado.
- WB-20: semitrailer interestado.
- WB-29: triple semitrailer.
- WB-35: turnpike doble semitrailer.
- MH: carro-casa.
- P/T: carro y remolque.
- P/B: carro y moto.
- MH/B: carro-casa y bote.

Mientras que la DNV solo considera los tipos:

- P: vehículo liviano de pasajeros.
- SU: camión de unidad única.
- CITY-BUS: autobús urbano.
- INTERCITY-BUS: autobús interurbano.
- WB-12: semirremolque mediano.
- WB-15: semirremolque grande.
- WB-19: semirremolque especial (transporte de automóviles).

Actualmente no existen restricciones vehiculares en la actualidad sobre la av. 9 de Julio, pero considerando los usos que se le piensa dar en este proyecto se prohibirá la circulación de camiones sobre la misma. Dicho lo anterior se usarán para el diseño los siguientes tipos de vehículos:



- P. (ver figura III.1)
- CITY-BUS. (ver figura III.2)
- WB-15: para los colectivos articulados (ver figura III.3)

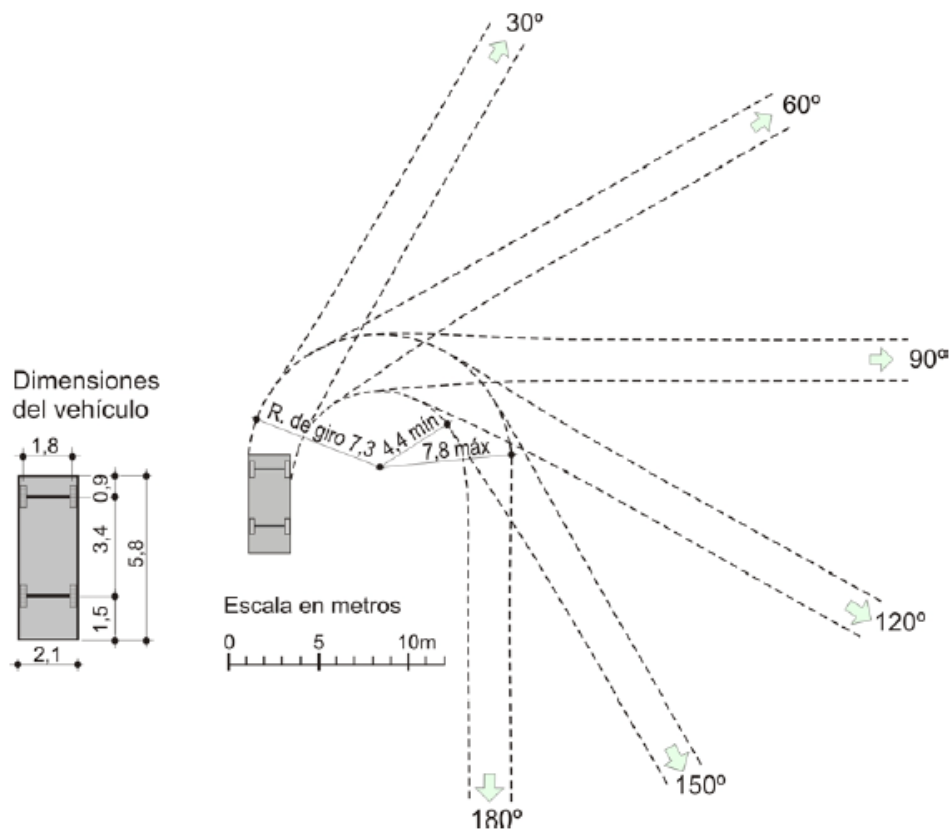


Figura III.1. Mínima trayectoria y dimensiones de un vehículo P (Fuente: Normas de diseño de la DNV)

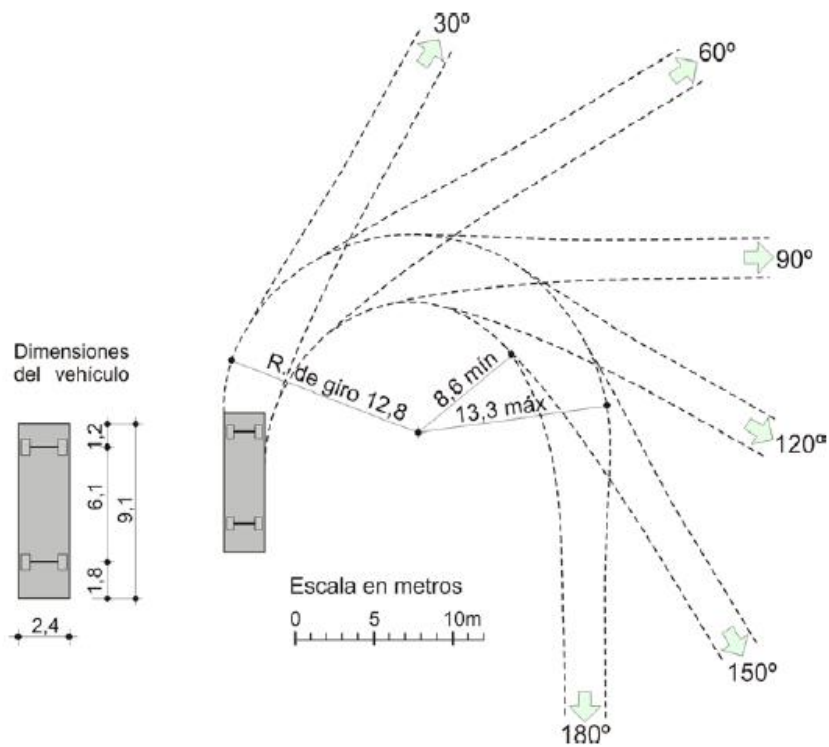


Figura III.2. Mínima trayectoria y dimensiones de un vehículo P. (Fuente: Normas de diseño de la DNV)

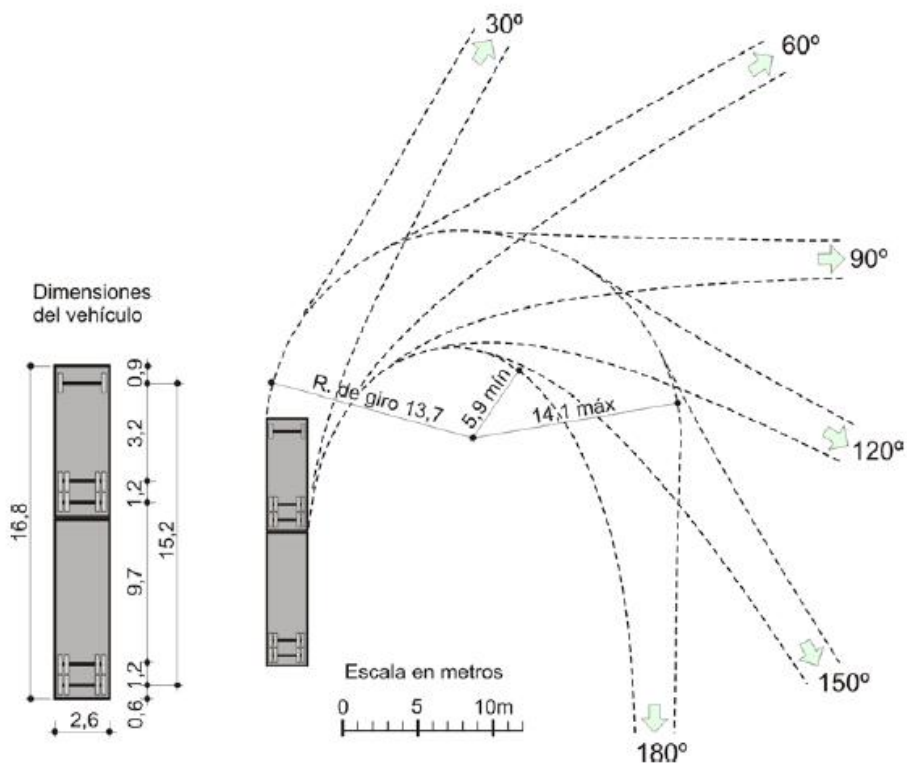


Figura III.3. Mínima trayectoria y dimensiones de un vehículo P. (Fuente: Normas de diseño de la DNV)



III.6) Velocidad de diseño

La calidad del transporte en el proyecto desarrollado se va a juzgar en base a la eficiencia y economía, lo cual está relacionado directamente con la velocidad.

La velocidad del camino depende directamente de la capacidad de los conductores y de las características de los vehículos. Por otra parte depende también de la condición en que se encuentre la calzada por la que se circula, las características físicas de la carretera y sus zonas aledañas, las condiciones climáticas de ese momento, el volumen de tránsito y de las restricciones a la velocidad.

A su vez, los usuarios de la nueva vía van a medir parcialmente la calidad de su viaje por su habilidad y libertad en conservar uniformemente la velocidad deseada. Por experiencia el factor más simple a considerar en la selección de una ruta específica para ir de un origen a un destino, consiste en la minimización de las demoras y el estado de la misma, lo cual se logra con una buena velocidad y constante, que ofrezca seguridad.

La velocidad de diseño o velocidad directriz será aquella velocidad máxima segura para circulación normal y para la cual están diseñados todos los elementos de un camino. Es función de las características topográficas, edilicias, demográficas de la zona y del volumen de tránsito; también de la velocidad a la cual desean viajar los conductores cuando pueden circular con entera libertad, y sin estar afectados por las características de la calzada; por último es función del elemento humano que establece una limitación a la velocidad, independientemente de cualquier otro factor.

La condición ideal en la vía proyectada será la de mantener constante la velocidad de diseño durante toda su longitud.

La velocidad de diseño va a estar condicionada por la importancia de la vía proyectada, el TMDA de diseño, la topografía, los recursos económicos y del servicio que se desea brindar.



En base a lo anteriormente expuesto, de acuerdo a las especificaciones de la DNV para un camino de la categoría de nuestro proyecto la velocidad directriz será de 130 km/h en terreno llano, sin embargo dichos valores están adoptados para caminos rurales. Dadas las características de la zona de estudio y las características funcionales de la vía propuesta, sobre todo la densidad poblacional y alto volumen de tránsito que se observa en la misma, se adopta como velocidad para el diseño 40 km/h tanto para el carril de automóviles como para el carril exclusivo para colectivos.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que de acuerdo a la Ley de Tránsito, la velocidad máxima en avenida (o camino rural de travesía urbana) dentro del AMGR es de 50 km/h.

III.7) Diseño de carriles

Según lo explicitado en los puntos anteriores, se estudian diversas alternativas que cumplan con los requisitos mencionados. El número de alternativas surgió del juego del diseño del ancho de la vía respecto al ya existente (19,2 m) y a uno propuesto (21,2 m). Las alternativas son cuatro, en donde cada una presenta ventajas y desventajas.

- **Alternativa 1:**

En esta primera alternativa se respeta el ancho actual de la avenida. La misma cuenta con un carril para autos y motos, y un espacio muerto entre carril de autos y defensa para ocupar en caso de emergencia. Las paradas de colectivos se encuentran en tres bolillos y están distanciadas entre sí dos cuerdas. El carril exclusivo de colectivos tiene un recorrido en zig-zag entre parada y parada para generar el espacio muerto anteriormente mencionado (ver figura III.4).

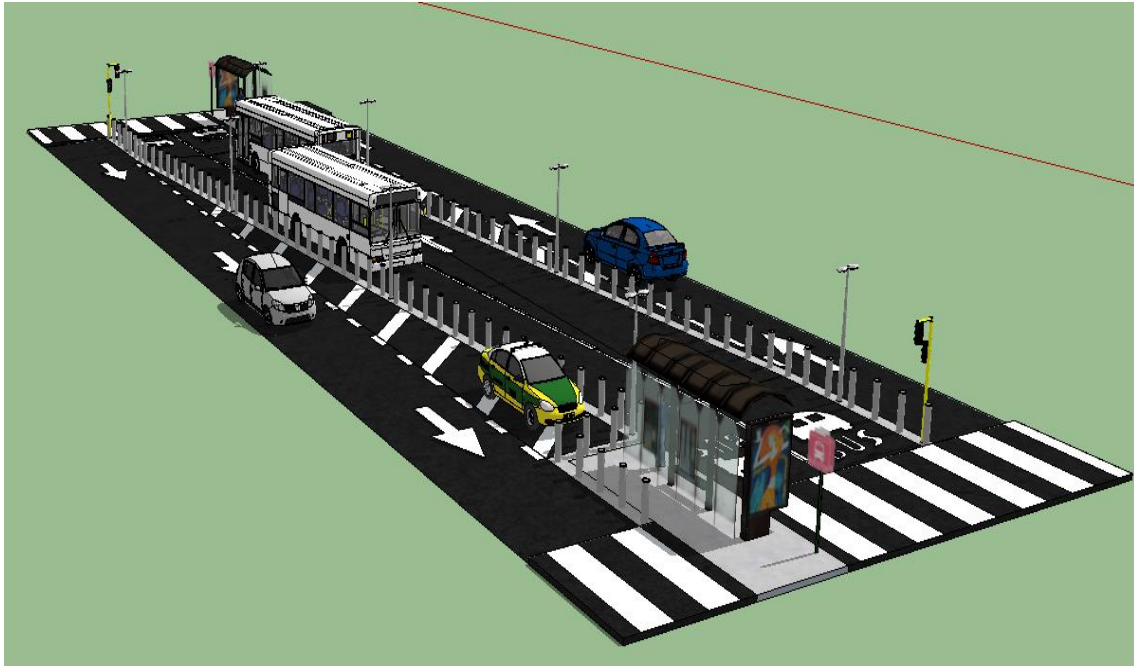


Figura III.4. Alternativa 1 del metrobús. (Fuente: elaboración propia)

- Alternativa 2:

Esta segunda alternativa es similar a la primera, con la diferencia que se come un metro de cada vereda (cuyo ancho actual es de 5,60 m) para agregar una ciclo vía y alivianar así el tráfico en el carril de automóviles. Por otro lado el carril exclusivo de colectivos tiene cruces con las calles perpendiculares en todas sus cuadras y no cada dos como en la alternativa 1, con los inconvenientes que ello conlleva (ver figura II.5).



Figura III.5. Alternativa 2 del metrobús. (Fuente: elaboración propia)



- Alternativa 3:

Esta alternativa surge luego de concluir la imposibilidad de derivar tránsito desde la av. 9 de Julio a sus calles paralelas (las mismas ya están colapsadas). La alternativa consiste en la creación de un carril único y exclusivo para colectivos en una sola dirección en la avenida 9 de Julio, y otro con las mismas características en la av. Moreno. Los problemas que surgen son varios, pero los principales son:

- ❖ La incomodidad generada al usuario de tener que caminar cinco cuadras para retomar el colectivo que lo lleve a su lugar de origen.
- ❖ La competencia que le generará en unos años el sistema ferroviario al sistema de transporte urbano, debido a que los costos del boleto ferroviario será mucho menor al del colectivo.

- Alternativa 4:

Esta cuarta alternativa se sugiere la opción de quitar la ciclo vía y agregar un carril más para autos de menor ancho que en las alternativas anteriores (cada uno de 3 m), logrando así perturbar lo menos posible el tránsito actual de la av. 9 de Julio, debido a que al estar muy congestionadas las calles paralelas se hace imposible derivar tránsito de la avenida a estas. Por otro lado se agregan ciertos cambios logrando que el carril de autos nunca varíe su ancho a lo largo de todo el recorrido, evitando puntos críticos de tráfico. El diseño se repite cada cuatro cuadras y cada cuadra, salvo las últimas dos de esta cuatro, tienen cambios una de otra. (Ver figura II.6)

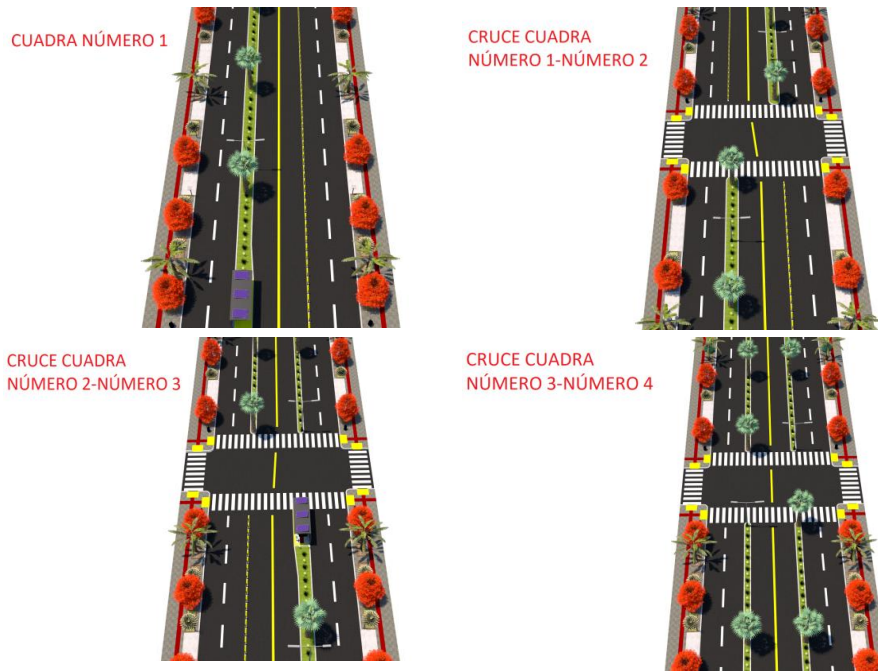


Figura III.6. Alternativa 4 del metrobús. (Fuente: elaboración propia)

- Comparación de alternativas:

Tabla III.2. Tabla comparativa de alternativas. (Fuente: elaboración propia)

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Respetar el ancho de avenida actual	SI	NO	NO	NO
Variación de ancho del carril a lo largo del trayecto	SI	SI	NO	NO
Cuatro carriles para autos	NO	NO	SI	SI
Dos carriles para colectivos	SI	SI	NO	SI
Parquizado	NO	NO	SI	SI
Ciclo vía	NO	SI	NO	NO
Tránsito derivado a las calles paralelas	SI	SI	SI	NO
Intersercciones en todas las cuadras	NO	SI	SI	SI

Resaltando con verde los aspectos favorables y con rojo los desfavorables, podemos observar que la alternativa 4 sería la más apta y favorable para el proyecto.



III.8) Diseño de paradas

El punto de inicio en el diseño de nuestro sistema de paradas es el de satisfacer la comodidad de las diferentes personas que esperan el colectivo y brindándoles abrigo e información de todo tipo sobre su transporte, partiendo de un marco de integración social desde la movilidad.

Basándose en los diversos volúmenes de usuarios transportados entre Julio de 2.017 a Junio de 2.018 obtenidos del “Estudio de costos de tarifa de transporte público” del Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos, que son 22.141.128 pasajeros, definimos los componentes necesarios en cada unidad de trabajo (colectivos y paradas). Partiendo de la base de la situación actual de las distintas unidades de espera nos vimos en la necesidad de mejorar la accesibilidad, confort y reubicación de las mismas.

Considerando todo lo anteriormente mencionado y agregando la posibilidad de hacer una unidad ecológica y autosustentable, se llega a una propuesta que abarca el diseño de una parada de colectivo flexible para adaptarse a las diversas situaciones como lo son la densidad de usuarios, las inclemencias climáticas, las condiciones físicas de los usuarios y la zonas céntricas o no en las cuales se encontrará.

- Situación actual:

Hoy en día la avenida 9 de Julio cuenta con un sistema de paradas en la mayoría de los casos antiguos, salvo contadas excepciones (av. 9 de Julio y José María Paz) en los cuales existen paradas “inteligentes” pero bastante desmejoradas. Por otro lado hay muchas unidades que ni siquiera cuentan con un abrigo físico y están totalmente a la intemperie y otras problemáticas que se desarrollarán más adelante a lo largo de este capítulo.

Observamos que los factores disponibles en la vía pública no poseen una estética homogénea debido a que cada gestión de gobierno municipal estableció su propia idea y diseño. De manera tal que esto genera un desorden tanto a nivel visual y estético



como a nivel funcional, lo que genera desorientación en usuarios y choferes. Así se observan en la vía pública, y en las paradas de colectivos elementos que perjudican la circulación y por consiguiente afectan la seguridad, el confort y el acceso a los mismos.

Por último es más que importante hacer hincapié en la posición actual de las paradas de colectivos, las mismas se encuentran en las veredas (algunas a mitad de cuadra y otras en las esquinas), mientras que la idea del proyecto del metrobús necesita que las mismas se encuentren ubicadas en los canteros centrales existentes en el proyecto, por lo cual se hace necesaria la reubicación y readecuación de las paradas de colectivos y su sistema.

- Situación proyectada:

Las paradas de colectivos deben funcionar de manera individual y como un todo. Todos los elementos que compongan las paradas deben estar relacionados entre sí atendiendo a la accesibilidad, eficiencia y confort de los usuarios que esperan y abordan el transporte público.

A lo largo del mundo hay infinidad de diseños de paradas de colectivos pero no todas son aplicables a nuestro proyecto, esto se debe a falta de lugar físico, diferencias culturales, falta de presupuesto, etc. Por lo cual lo mejor es adaptarse a las que hoy en día hay en Latinoamérica y las ya utilizadas en Argentina, una sociedad muy similar a la de nuestra ciudad (ver figuras siguientes).



Figura III.7. Estación de trasbordo Metrobús Cartagena, Colombia.



Figura III.8. Estación de trasbordo Metrobús Curitiba, Brasil.



Figura III.9. Estación de trasbordo Metrobús Lima, Perú.



Figura III.10. Estación de trasbordo Metrobús San Pablo, Brasil.



Figura III.11. Estación de trasbordo Metrobús Buenos Aires, Argentina.

- Punto de vista tipológico:

Como se puede observar todas las estaciones de trasbordo cuentan con abrigo y algunas totalmente cerradas como la de Curitiba. Por lo tanto se descarta la opción de paradas sin techos, quedando como tipología base una estación de trasbordo con abrigo superior.

Contará además con todos los elementos de accesibilidad para personas con capacidades diferentes (rampas de discapacitados y baldosas podotáctiles). Se dispondrán bancos y barandales de apoyo para los usuarios.

Otras cuestiones a analizar son del punto de vista tecnológico y ecológico.



- Punto de vista tecnológico/ecológico:

Desde el punto de vista tecnológico/ecológico cada estación deberá contar con:

- ✓ Terminales de pago de boleto: Las actuales terminales TAS (Terminal Automática Sube) (ver figura III.12) aplicadas en nuestro país presentan el inconveniente de no poder abonar el boleto antes de subir al colectivo lo que produce una deficiencia en el tiempo de abordaje, esto se debe a que las diferentes líneas que recorren el metrobús son de diferentes empresas. Además el chofer tiene que habilitar uno por uno a los pasajeros para que puedan pasar su tarjeta sobre el aparato que expende el boleto.

Será necesario en nuestro metrobús para agilizar los tiempos de parada (ya que tiempo inmóvil es un gasto económico) adoptar un sistema capaz de abonar con la tarjeta SUBE sin que el chofer tenga que hacer alguna otra actividad además de manejar.



Figura III.12. Opciones actuales del TAS (Terminal Automática Sube).

- ✓ Televisores interactivos: pantallas LCD que indiquen la posición de cada línea de colectivo que ocupa el sistema de metrobús, recorridos y tiempos restantes para llegar a la parada.
- ✓ Paneles solares: serán ubicados en el techo de la parada, con la idea de alimentar a todo el sistema eléctrico de las mismas y hacerlas autosuficientes.



- ✓ Cestos de basura: contará con cestos de basura diferenciados (papel, vidrio, plástico y orgánico)
- ✓ Sistema de bicicletas compartidas: ponen a disposición de un grupo de usuarios una serie de bicicletas para que sean utilizadas temporalmente como medio de transporte. Normalmente estos sistemas son gestionados por un estamento público y permiten recoger una bicicleta y devolverla en un punto diferente (entre paradas de colectivos), para que el usuario sólo necesite tener la bicicleta en su posesión durante el desplazamiento (ver figura III.13).



Figura III.13. Ejemplo de sistema de bicicletas compartidas.

- ✓ Iluminación: Cada parada contará con su propio sistema de iluminación led alimentado por los paneles solares.



- Conclusiones

A partir del análisis realizado sobre objetos y paradas universales fue posible establecer las pautas de diseño:



Figura III.14. Parada tipo del metrobús proyectado. (Fuente: elaboración propia)

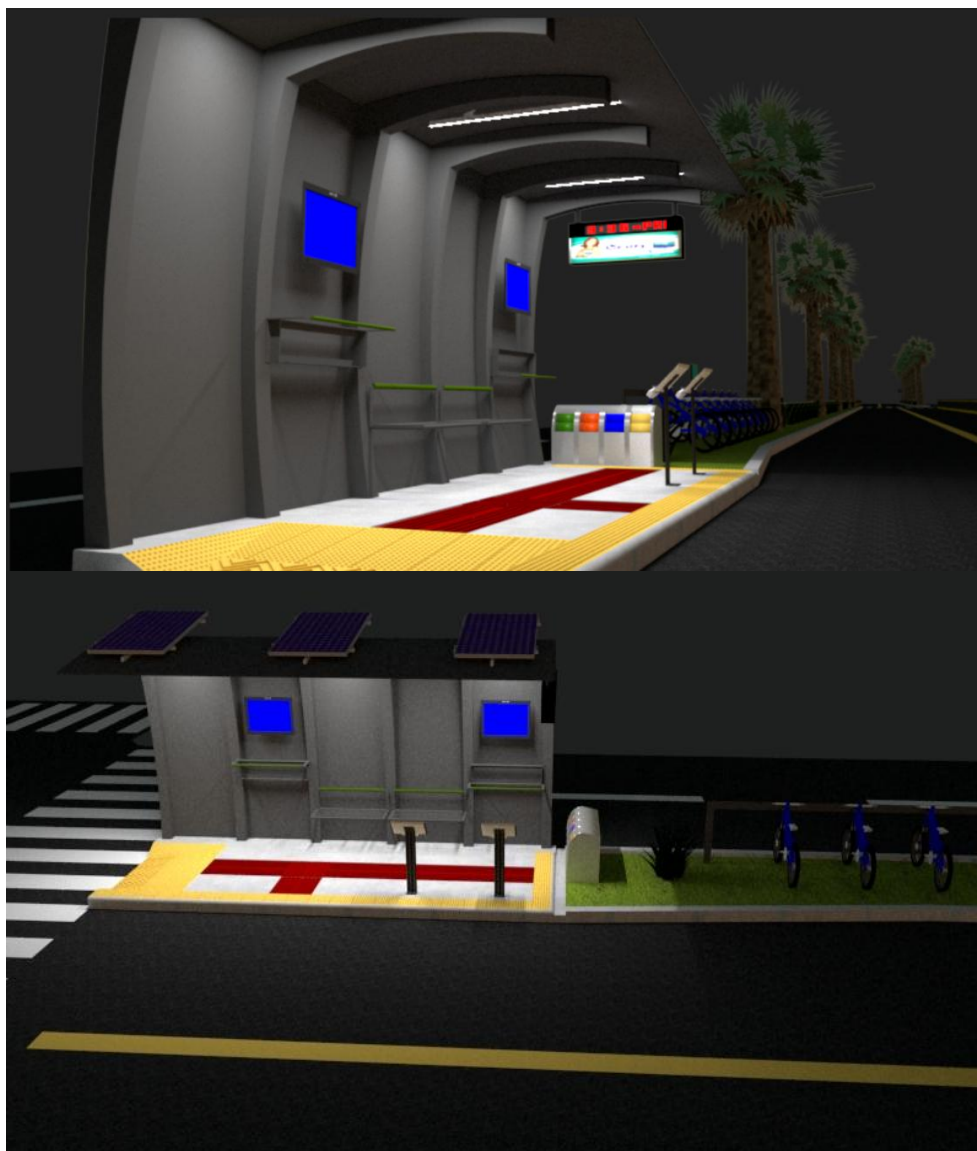
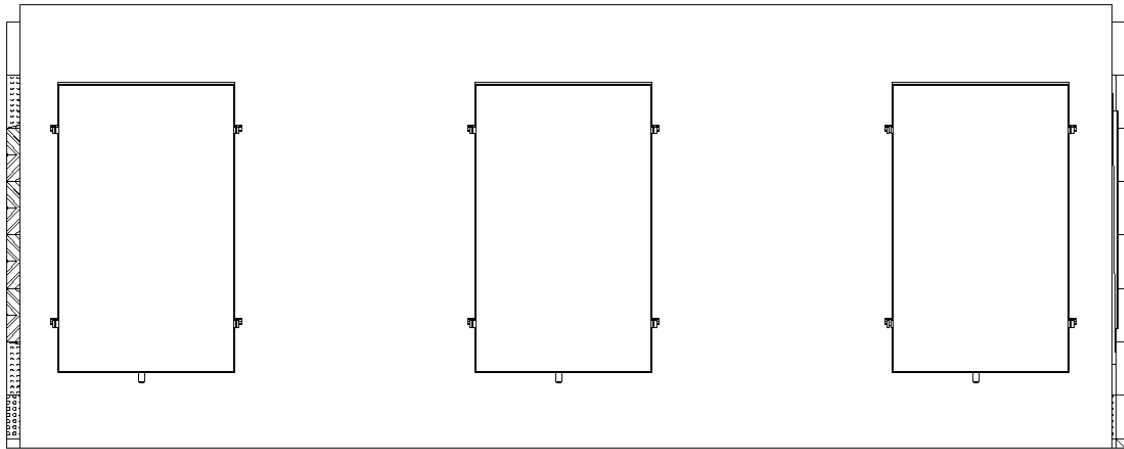


Figura III.15. Iluminación de parada de colectivo. (Fuente: elaboración propia)

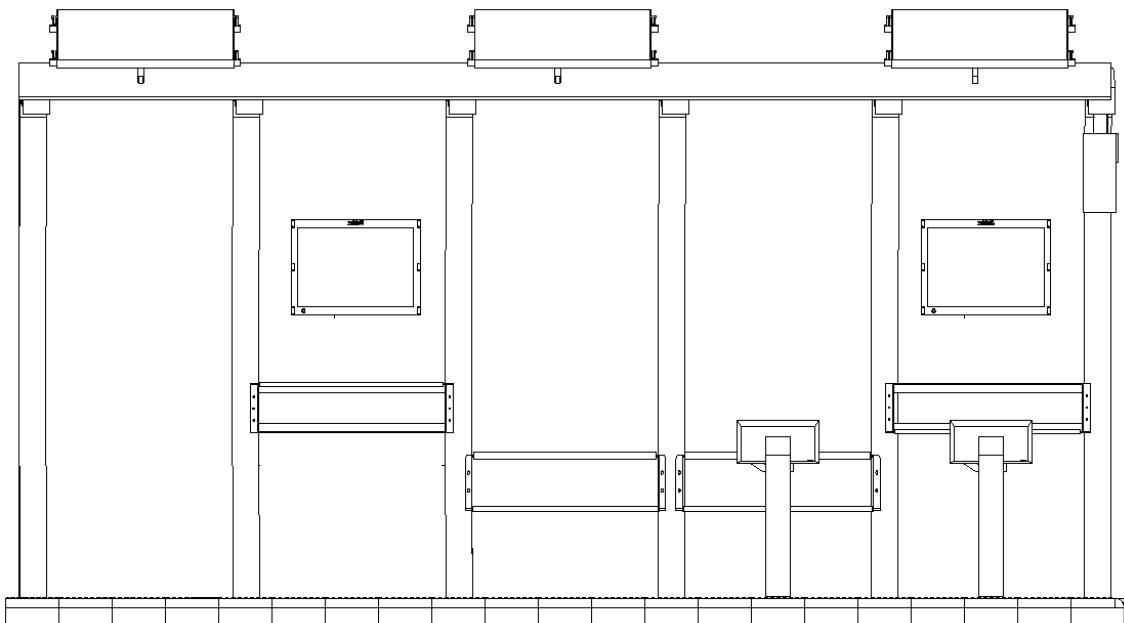


- Vista superior:



Croquis 1. Detalle del techo de la parada. (Fuente: elaboración propia)

- Vista Frontal:



Croquis 2. Detalle frontal de la parada. (Fuente: elaboración propia)



- Método Constructivo:

Consta de piezas prefabricadas y ensambladas in situ, diseñada de manera modular (baldosas 30x30 cm²) lo que da una rápida y fácil construcción (ver figura III.16).

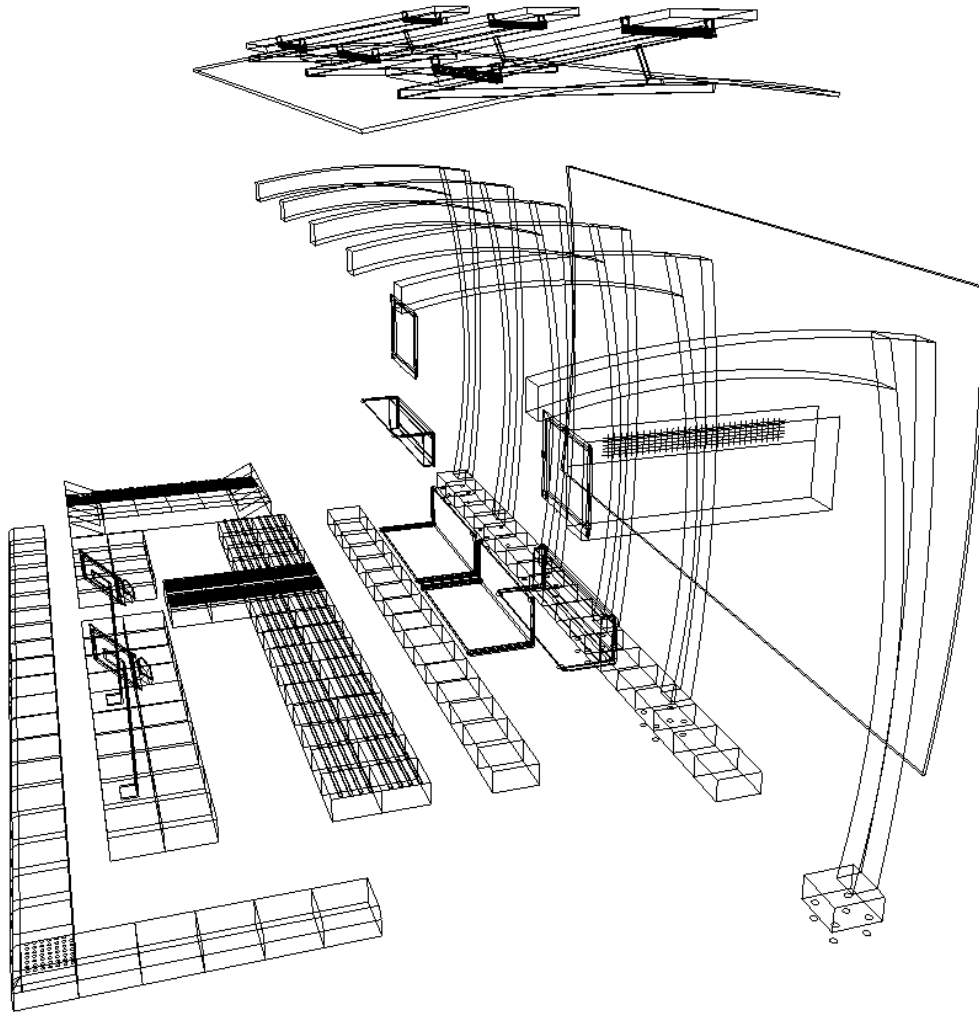


Figura III.16. Despiece de parada de colectivo. (Fuente: elaboración propia)

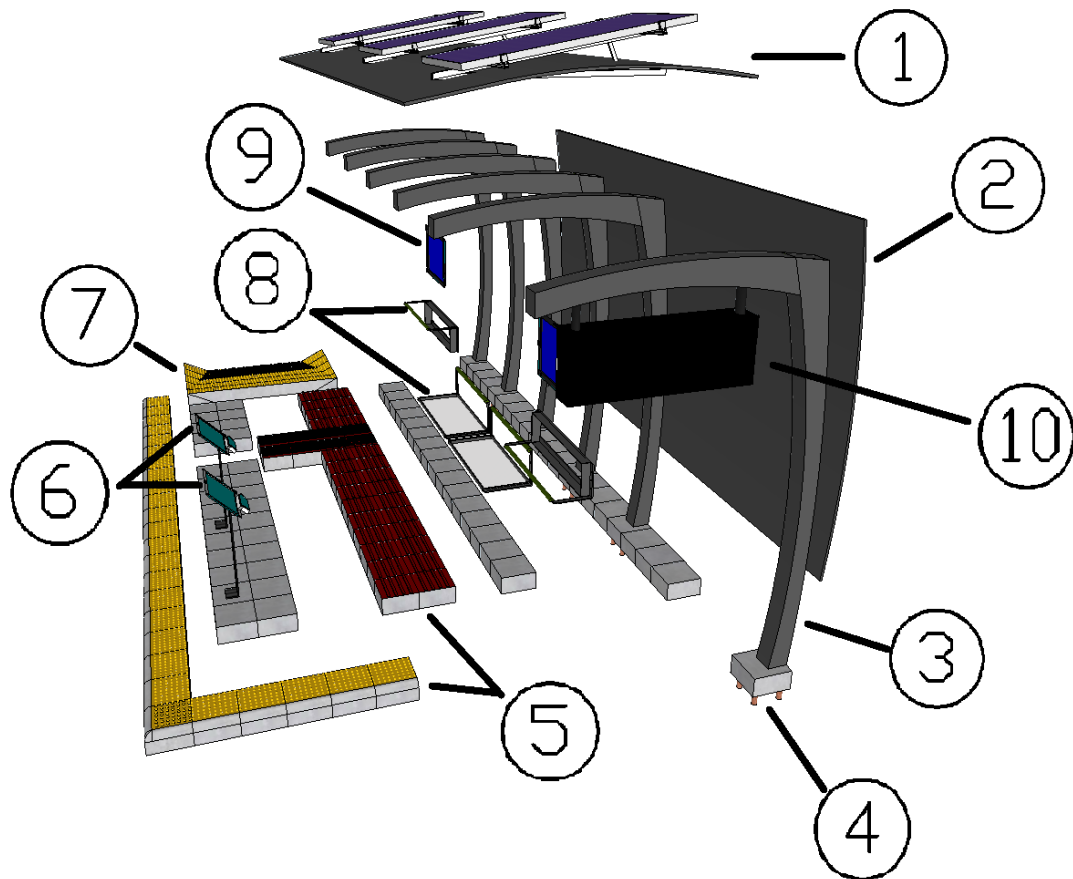


Figura III.17. Identificación de elementos constructivos de la parada de colectivo. (Fuente: elaboración propia)

Identificación		Cantidad
1	Conjunto de techo	
1.1	Chapa galvanizada	7
1.2	Panel solar	3
1.3	Tubo led	3
2	Pared de cerramiento	
2.1	Chapa galvanizada	7
3	Conjunto estructural	
3.1	Columna metálica	6
3.2	Viga metálica	6
4	Conjunto base	
4.1	Base hormigón	6
4.2	Placa de asiento metálica	6
4.3	Pernos metálicos	24

Identificación		Cantidad
5	Conjunto baldosas	
5.1	Baldosa cemento	59
5.2	Baldosa podotáctil guía	36
5.3	Baldosa podotáctil botón	26
6	Terminales TAS	2
7	Rampa discapacitados	1
8	Conjunto de espera	
8.1	Asientos metálicos	2
8.2	Apoyos metálicos	2
9	Televisores informativos	2
10	Cartel Informativo	1



Para su montaje se llevan a cabo 5 pasos (ver figura III.17):

- ✓ Unir las columnas metálicas a las vigas metálicas.
- ✓ Colocar el bastidor del techo sobre las vigas metálicas.
- ✓ Colocar las chapas galvanizadas sobre el bastidor del techo.
- ✓ Unir los bancos y apoya brazos a las columnas.
- ✓ Fijar las columnas a las piezas de hormigón.
- ✓ Colocar bastidor de cerramiento.
- ✓ Colocar las chapas galvanizadas sobre el bastidor de cerramiento.
- ✓ Colocar los televisores, estaciones TAS y cartel informativo.

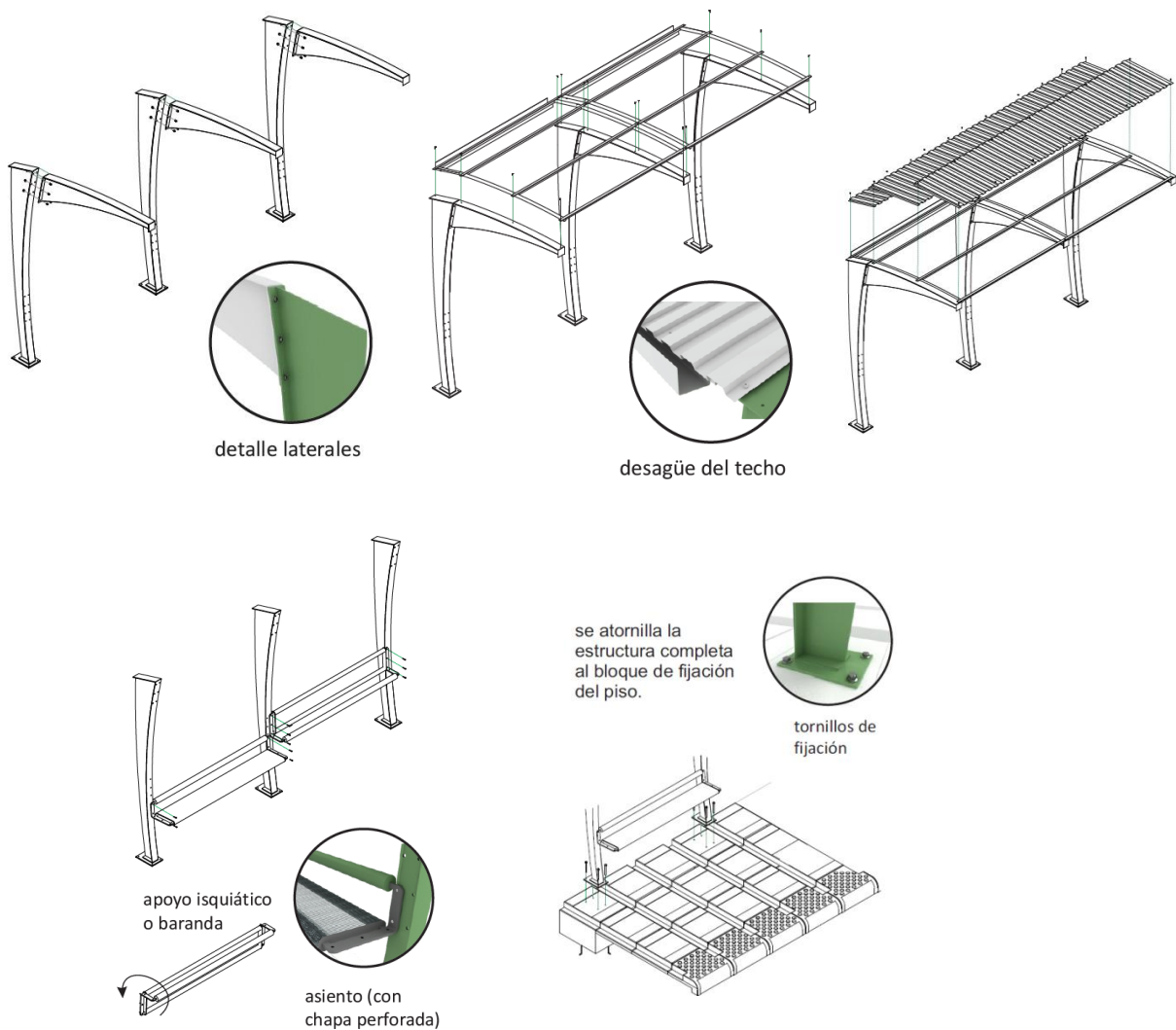


Figura III.18. Proceso de montaje de parada de colectivo (Fuente: “Diseño de un sistema de parada de colectivo para el municipio de Florencio Varela”).



- Tipos de usuario:


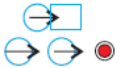

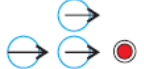
USUARIOS	cómo espera
individuo promedio (joven adulto fem masc)	hace la fila detrás del tótem o según esquemas de espera. 
mujer con cochecito	no hace la fila, espera a un lado ya que ocupa más lugar. 
grupo chicos del colegio	desestructuran la fila se espera en conjunto, charlan, interactúan. 
pareja (2 personas amigas o novios)	hacen la fila de a dos esperan al lado, ocupan 2 lugares transversalmente a la fila. 
embarazada tercera edad	hace la fila normalmente pero se cansa en menos tiempo. conviene un apoyo.
niños	posición dinámica, no pueden estar quietos haciendo fila, juegan se trepan, se mueven por la parada. Ahupados a sus padres.
personas ciegas	de la mano de otro usuario. dependen de la solidaridad de la gente preguntan, las paradas no están preparadas para ellos a veces se observa guía táctil
personas en silla de ruedas	espera fuera de la fila (como el cochecito) dependen de la solidaridad de otros usuarios para ascender al colectivo necesitan de la ayuda de 2 personas al menos. muy poco colectivos en Fv están preparados para ellos.

Tabla III.2. Tipos de usuarios (Fuente: “Diseño de un sistema de parada de colectivo para el municipio de Florencio Varela”)



- Modos de espera:

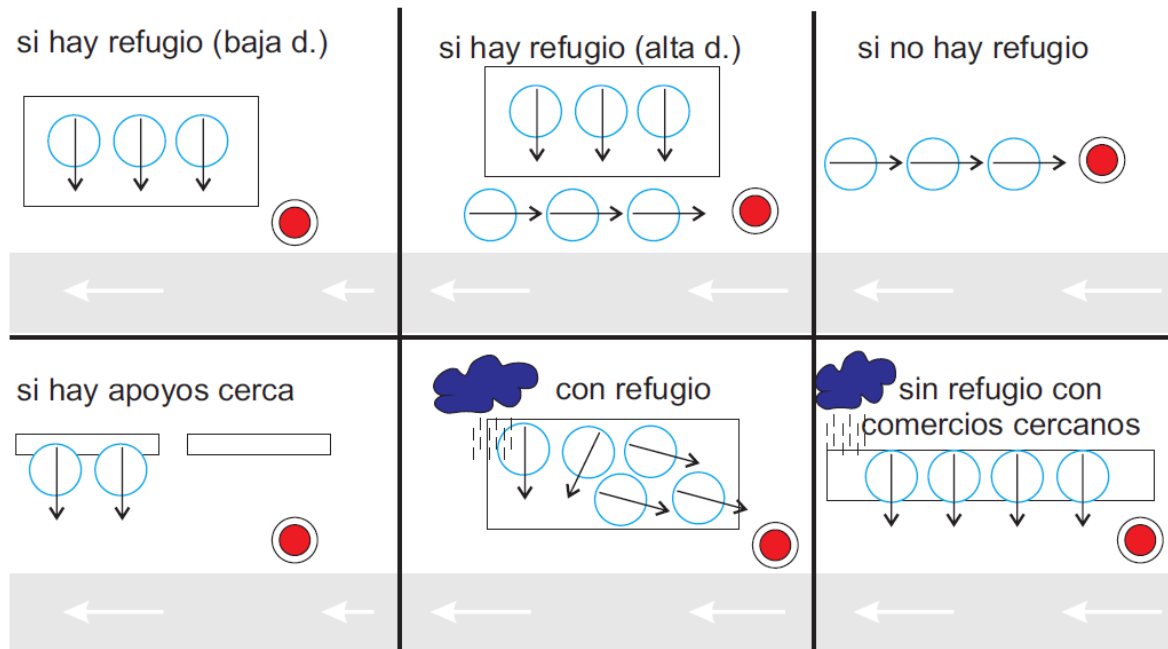


Tabla III.3. Modos de espera de los usuarios (Fuente: “Diseño de un sistema de parada de colectivo para el municipio de Florencio Varela”)

- Alternativas al diseño:

Como alternativa al diseño propuesto surge el de estaciones de abordaje similares a las de Curitiba, Brasil (ver figura III.8). Las mismas son cerradas, poseen un operario que se encarga de la venta de boletos (lo cual ya evita que el pasajero pague el boleto en el colectivo) y tienen la ventaja de poder ser climatizadas.

El problema que surge es que creemos que no es lógico aplicar una parada de tal tecnología y gasto inicial en un sistema de metrobús que por primera vez estará en una ciudad como la de Resistencia, Chaco. Ya sea por cuestiones socio/culturales como por cuestiones vandálicas.



CAPÍTULO IV

SEGURIDAD VIAL

IV.1) Generalidades

La circulación peatonal y vehicular debe ser guiada y regulada a lo largo de todo el recorrido de manera tal que se haga de forma segura, ordenada y fluida. Con el señalamiento horizontal se logra aquello evitando riesgos y demoras innecesarias.

“El marco jurídico y basamento legal, es el Anexo “L” del Decreto N°779/95, reglamentario de la Ley Nacional de Tránsito N°24.449, el Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras y Normas que sobre el tema mantiene vigentes la Dirección Nacional de Vialidad (D.N.V.)” (Manual de Señalamiento Horizontal DNV).

Mediante el señalamiento horizontal se debe brindar información clara al usuario, ya sean de advertencia, indicaciones, órdenes u orientaciones. Se materializan mediante el uso de códigos comunes para todo el país y a la vez concordantes con los utilizados en el municipio de Resistencia Chaco.

El fin de este capítulo será elevar los niveles de seguridad vial mediante el fortalecimiento de la sensación de fluidez y armonía del sistema a lo largo de los diversos recorridos a efectuar. Se evitará señalamiento confuso o contradictorio, que de respetarlos generen potencial peligro en los usuarios que lo transiten. Se iluminará la calzada durante todo el recorrido para lograr una correcta visualización de la misma y de sus señales durante los diversos horarios del día. El señalamiento será fundamental en zonas críticas, como cruces de caminos, inicio y fin del tramo del anteproyecto y en lugares de circulación exclusiva. Se usarán todas las señales regularizadas a nivel nacional y municipal, mediante el uso de la normativa vigente de la D.N.V.



IV.2) Señalamiento horizontal

IV.2.1) Líneas transversales

Se denominan líneas transversales a aquellas que se ubican de manera perpendicular al sentido del flujo vehicular. El objetivo de su empleo es el de indicar sectores de reducción de velocidad y poner en evidencia la existencia de líneas límites (aquellas que no deben ser sobrepasadas a menos que se habilite el derecho de paso). De esta manera las líneas transversales suministran advertencias y regulaciones.

De acuerdo al “Anexo L” anteriormente mencionado estas líneas son franjas que van de 0,30 m a 0,60 m, y deben ser reflectivas.

Según su funcionalidad se clasifican en:

- **Línea de detención**
- **Línea de ceda del paso**
- **Senda peatonal**
- **Senda para ciclistas**
- **Líneas auxiliares para la reducción de velocidad**

Línea de detención:

Indican al conductor del vehículo que tiene la obligación de detenerse antes de traspasarla, salvo autorización mediante de una autoridad competente (director de tránsito), señalización luminosa o vertical (semáforos o carteles).

En base al capítulo IV punto 28 del “Anexo L” esta línea posee forma continua de color blanco y de 0,50 m de ancho. Se ubica antes y paralela a la senda peatonal (1 m), desde el cordón de la vereda hasta el eje divisorio o cordón en caso de sentido único. (Ver figura IV.1)

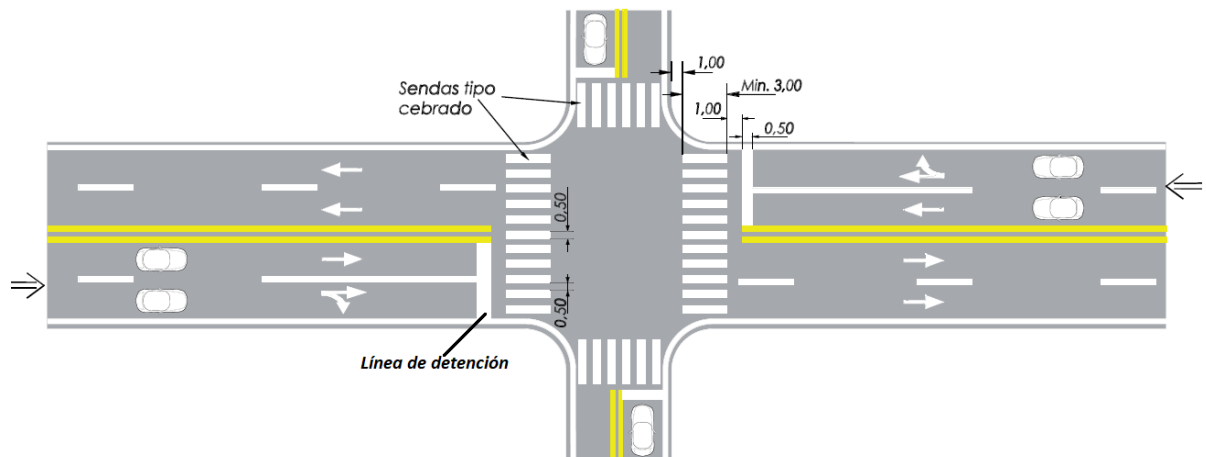


Figura IV.1. Detalle de línea de detención zona urbana. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

Línea de ceda el paso:

Indican al conductor del vehículo que tiene la obligación de de ceder el paso antes de traspasarla, sirve a la vez de refuerzo a la señal vertical correspondiente. Se utiliza cuando una intersección se encuentra controlada por la señal "CEDA EL PASO". Debe ubicarse donde el conductor tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria.

La misma se compone por una fila de triángulos isósceles apuntando en dirección opuesta a la de circulación. (Ver figura IV.2)

Esta línea no está contemplada en el "Anexo L" debido a que su uso es de carácter experimental y aprobado en forma conjunta por la Gerencia de Obras y Servicios Viales y la Gerencia de Planeamiento, Investigación y Control de la DNV.

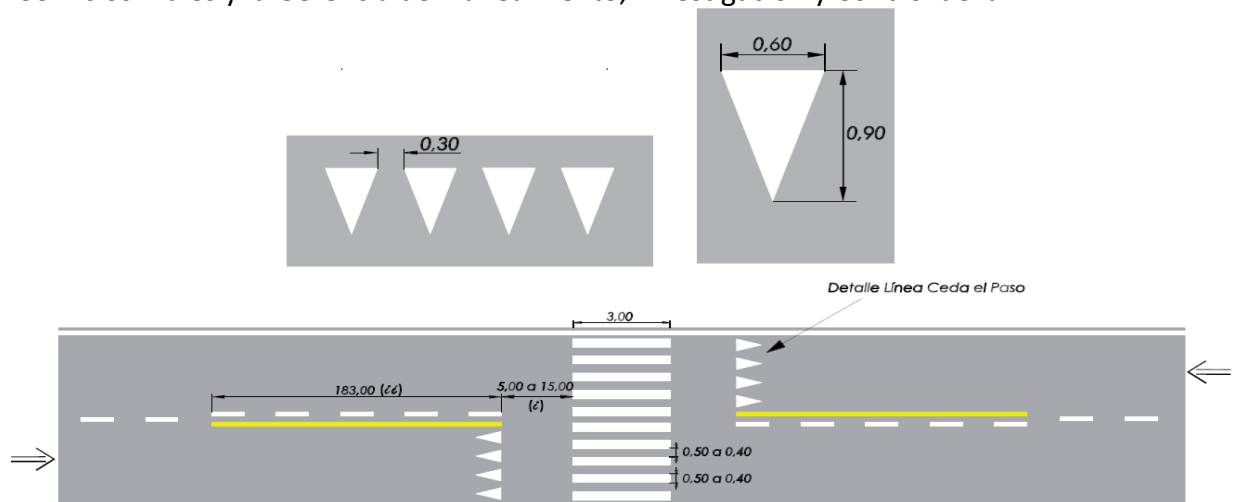


Figura IV.2. Detalle de línea de ceda el paso en zona urbana. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)



Senda Peatonal:

Suministra a los peatones que cruzan la calzada una “guía” al delinear la trayectoria a seguir en los accesos a intersecciones. De igual forma advierte a los conductores de vehículos la existencia de un punto de cruce de peatones.

Cabe destacar que de no existir semáforos o una autoridad competente que indique lo contrario, esta senda da al peatón en principio prioridad de paso por sobre los vehículos.

Queda prohibida la detención o estacionamiento del vehículo sobre esta senda. La misma estará conformada por líneas paralelas en sentido perpendicular al de circulación vehicular, serán de color blanco y compuestas por pintura reflectiva. (Ver figura IV.1)

Senda para ciclistas:

Suministra a los ciclistas que circulan por la calzada una “guía” al delinear la trayectoria a seguir en los accesos a intersecciones. De igual forma advierte a los conductores de vehículos la existencia de un carril o punto de cruce de ciclistas a través de la calzada.

Esta senda puede ser exclusiva o semiexclusiva para la circulación de bicicletas. “Cuando es semiexclusiva, sólo será con peatones. En ellas, los vehículos deberán dar prioridad de paso a los ciclistas en su presencia, salvo cuando exista un semáforo o autoridad competente que indique lo contrario” (por la vía presencial o bien a través de la señalización específica R.28 de acuerdo al Art. 41 Ley 24449).

La misma consta de líneas punteadas, cada una de estas estará compuesta por bastones de 0,50 m por 0,50 m y la separación entre líneas y borde de ciclovía será igual a 0,10 m. (Ver figura IV.3).

En este anteproyecto se estudia la utilización de la ciclovía en una de las alternativas mencionadas en el capítulo 3.

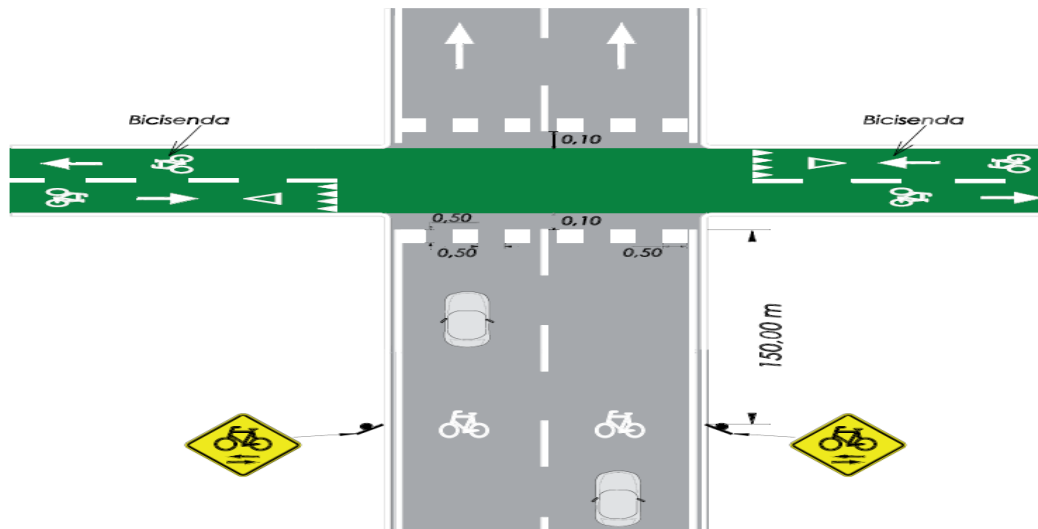


Figura IV.3. Detalle de cruce de calzada de una carretera con Bicisenda. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

Líneas auxiliares para la reducción de velocidad:

Se utilizan en aquellos lugares cuya peligrosidad requieren un complemento a la señalización vertical.

Están compuestas por líneas de trazo continuo, de color blanco y de 0,30 m de ancho mínimo en sentido perpendicular al de circulación. Su altura es de hasta 5 mm. La idea de estas líneas con altura es generar un efecto sonoro y vibratorio en el interior del vehículo poniendo en estado de alerta al conductor que circula por sobre las mismas. (Ver figura IV.4)

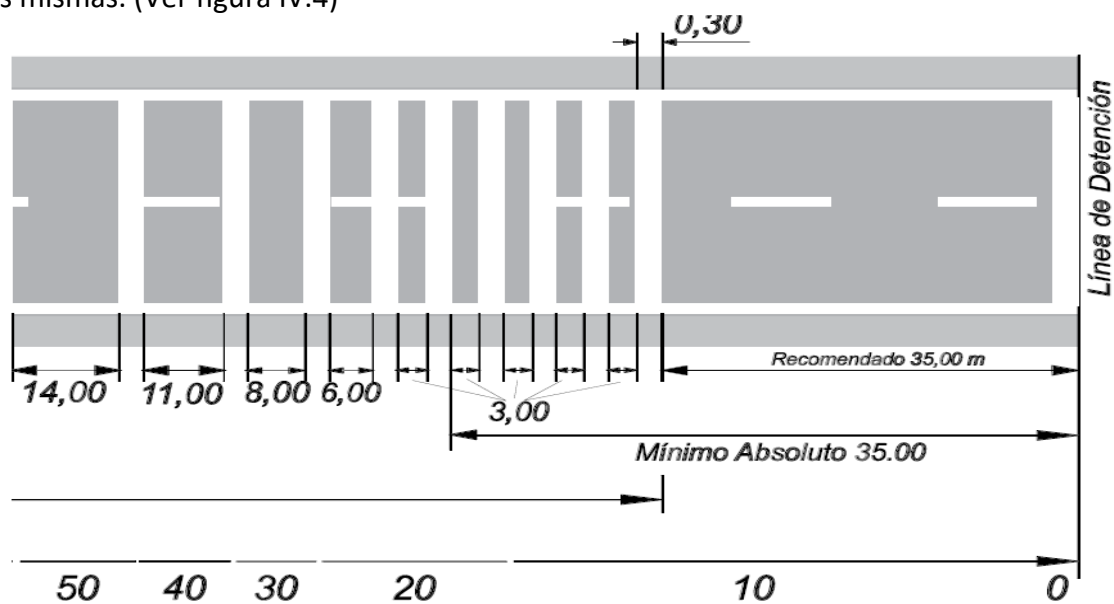


Figura IV.4. Detalle de líneas de reducción de velocidad. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)



IV.2.2) Líneas longitudinales

Se denominan líneas longitudinales a aquellas que se ubican de manera paralela al sentido del flujo vehicular. El objetivo de su empleo es el de indicar al usuario de la carretera los límites de las aéreas de la calzada donde es seguro circular. Estas delimitan y definen el ancho de los carriles y calzadas.

Por otra parte cabe destacar que las mismas indican áreas en las cuales no es seguro circular o que directamente está prohibido hacerlo.

De acuerdo al “Anexo L” las líneas longitudinales son franjas de ancho mínimo de 0,10 m a 0,30 m y deben ser reflectivas.

Las líneas longitudinales presentan dos tipos de formas, aquellas de trazo continuo y las de trazo discontinuo y las mismas pueden ser planas o coformadas. Por lo tanto según su forma se clasifican en:

- **Simple línea continua**
- **Doble línea continua**
- **Línea discontinua**
- **Doble línea mixta**

Simple línea continua:

Esta línea indicia al conductor del vehículo que no debe sobrepasarla ni circular sobre ella. La misma puede ser de color blanco o amarillo y con un ancho de 0,10 m a 0,20 m según ancho de calzada. (Ver figura IV.5)

Doble línea continua:

Refuerza el concepto de la línea simple continua y define la separación entre ambos sentidos de circulación en una vía. La misma puede ser de color blanco o amarillo y con un ancho de 0,10 m a 0,20 m según ancho de calzada. (Ver figura IV.5)



Línea discontinua:

Esta línea indica la posibilidad de ser sobrepasada. Se utiliza como línea de carril. La misma es de color blanco de módulos de 0,5 m. (Ver figura IV.5)

Doble línea mixta:

Está compuesta por dos líneas de 0,1 m de ancho una continua y una discontinua. La misma indica la posibilidad de sobrepasarla en el sentido de la línea discontinua y la prohibición de hacerlo en el sentido de la continua. (Ver figura IV.5)

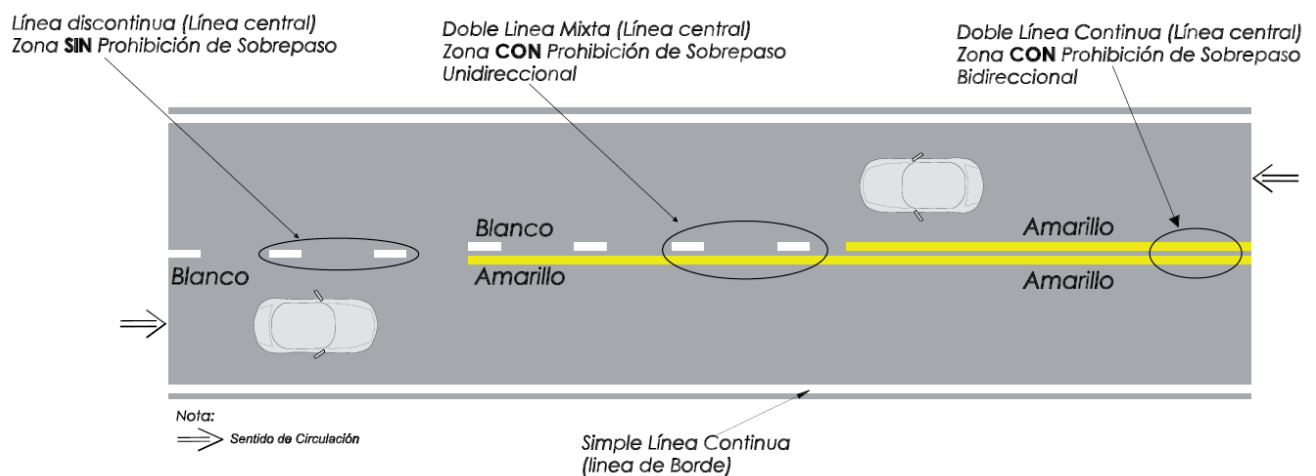


Figura IV.5. Detalle de líneas longitudinales según su forma. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

Clasificación de las líneas longitudinales según su textura:

- Líneas planas
- Líneas conformadas

Líneas planas:

Son aquellas que no presentan relieve en su superficie, es decir están únicamente compuestas por la pintura asfáltica.

Líneas conformadas:

Son aquellas que presentan relieve en superficie, se desarrollan para dar mayor seguridad en las vías de circulación, especialmente bajo condiciones adversas (climáticas o de visibilidad). La principal característica de estas líneas es que el relieve



en superficie que presenta da una mejor calidad visual de la marca y produce en el interior del vehículo efectos sonoros y vibratorios. (Ver figura IV.6)



Figura IV.6. Detalle de línea conformada. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

Dimensiones:

Las líneas longitudinales presentan un ancho de 0,10 m a 0,20 m. En la tabla IV.1 se consignan los distintos anchos según sea el ancho de calzada, el tipo de carretera y la clase de la línea longitudinal.

Tabla IV.1. Ancho de las líneas longitudinales. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

ANCHO DE LAS LÍNEAS LONGITUDINALES		
ANCHO TOTAL DE CALZADA	BORDE	EJE
En carreteras de dos carriles indivisos		
< 4,80 m	No se marcan ^[7]	No se marca
≥ 4,80 m Y < 6,00 m	No se marcan	0,15 m ^[8]
≥ 6,00 m Y < 6,30 m	0,10 m	0,15 m ^[8]
≥ 6,30 m Y < 6,70 m	0,10 m	0,10 m ^[9]
≥ 6,70 m Y < 7,30 m	0,15 m	0,10 m ^[9]
≥ 7,30 m	0,15 m	0,15 m ^[10]
En carreteras multicarril		
ANCHO TOTAL DE CALZADA	BORDE	EJE
Indivisas	0,20 m ^[11]	0,15 m ^[12]
Semiautopista o Autovía	0,20 m ^[13]	0,15
Autopista	0,20 m ^[14]	0,15



IV.2.3) Símbolos y leyendas

Son marcas especiales que presentan una conformación física muy singular y generalmente se ubican en forma perpendicular a la carretera. Se emplean como refuerzo al señalamiento vertical destinados a regular la circulación y advertir sobre ciertos peligros. **Son de uso recomendado pero no obligatorio.**

Estos símbolos al estar pintados sobre la calzada generan una percepción particular al conductor del vehículo, el cual primero percibe la parte inferior del símbolo, razón por la cual estos deben ser de forma alargada en sentido longitudinal.

Por lo general los símbolos y leyendas son de color blanco y van ubicados en el centro de los carriles donde se aplican. Sus dimensiones dependerán de la velocidad de diseño del carril, debido a que mayor velocidad mas alargadas serán estas leyendas.

Se pueden clasificar en:

- **Flechas**
- **Leyendas**
- **Inscripciones – pictogramas**
- **Símbolos y señales predefinidas**

Flechas:

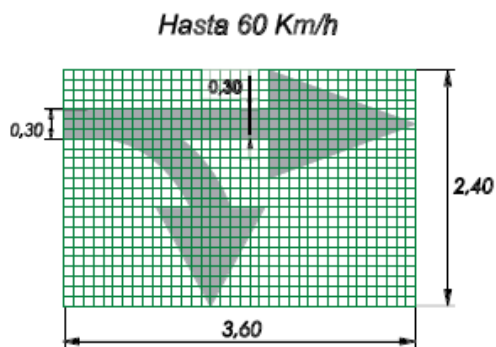
Se utilizan para guiar al conductor en la dirección o sentido que debe seguir el vehículo, contribuyendo al a seguridad, ordenamiento del tránsito y mejorando la capacidad de la vía. A su vez las flechas se pueden clasificar en:

- **Flecha simple recta**
- **Flecha simple curvada**
- **Flecha combinada**
- **Flecha de bifurcación**
- **Flecha de curva**
- **Flecha de giro cerrado**
- **Flecha de reducción de carril**



En este anteproyecto se utilizarán solo las flechas simples rectas (ver figura IV.7) y las flechas combinadas (ver figura IV.7) para velocidades de diseño de 40 km/h y 60 km/h en base al diseño geométrico definido en el capítulo 3.

FLECHAS COMBINADAS



FLECHAS SIMPLES RECTAS

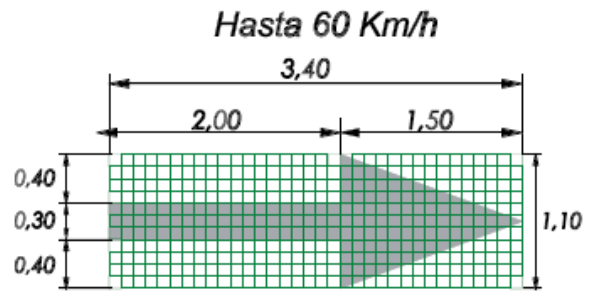


Figura IV.7. Detalle de flechas en calzada. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

Leyendas:

Se utilizan para regular la circulación. Estas demarcaciones están encuadradas en la marca H.10. PARE y en la más general H.12. INSCRIPCIONES previstas en el "Anexo L".

Debido a que los mensajes con símbolos resultan de mejor comprensión el uso de las leyendas no es muy habitual, excepto que existan mensajes que sólo se puedan transmitir a través de ellas y/o se requiera reforzar la regulación dada por el señalamiento vertical. (Ver figura IV.8)

Según el "Anexo L" estos textos no podrán contener más de tres palabras y no deberán ocupar más de un carril de ancho. La separación entre el borde externo de la leyenda y el borde interno de la línea de separación de carril no puede ser menor de 0,15 m.

Cuando el mensaje requiera más de una palabra, deberá demarcarse de manera tal que, la línea que corresponda leer en segundo lugar, se ubique más alejada en el sentido de circulación. Por lo tanto, la línea que corresponda leer primero, queda más cerca del conductor. La separación entre líneas deberá ser al menos cuatro veces la

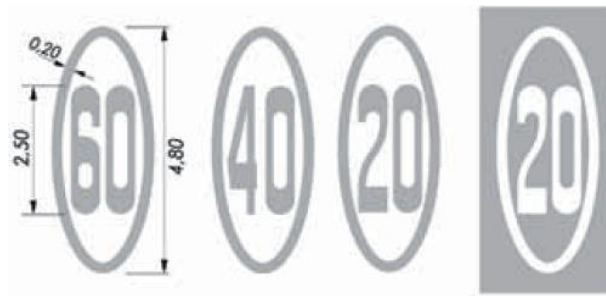


Figura IV.9. Detalle inscripción “velocidad máxima/mínima” para velocidades de hasta 60 km/h. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

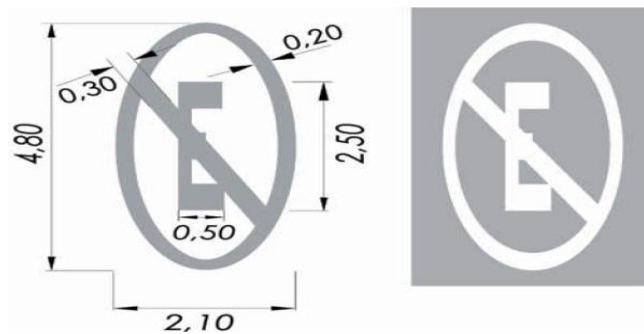


Figura IV.10. Detalle inscripción “no estacionar” para velocidades de hasta 60 km/h. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

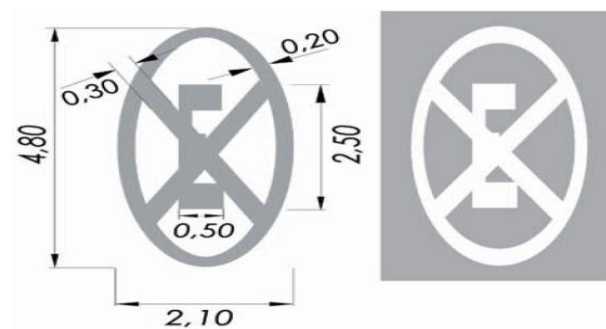


Figura IV.11. Detalle inscripción “no estacionar ni detenerse” para velocidades de hasta 60 km/h. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

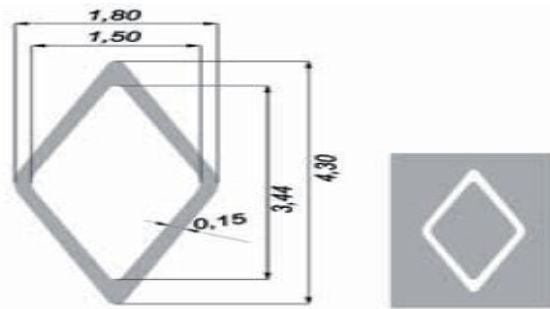


Figura IV.12. Detalle inscripción “carril restringido” para velocidades de hasta 60 km/h. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

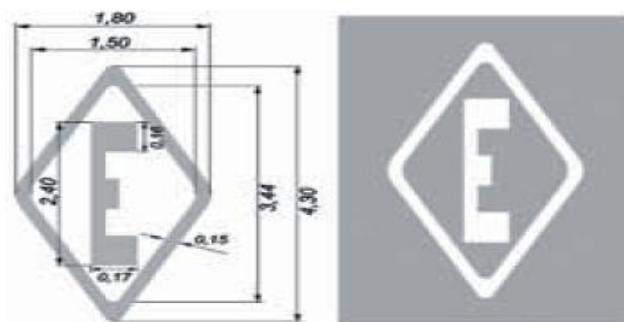


Figura IV.13. Detalle inscripción “carril de emergencia” para velocidades de hasta 60 km/h. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

Símbolos y señales predefinidas:

Marcas disponibles en el mercado, cuya utilización tiene como fin reforzar el señalamiento vertical. Pueden ser restrictivas, preventivas o informativas. (Ver figura IV.14)



Figura IV.14. Detalle señales predefinidas. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)



IV.2.4) Metodología de aplicación

La señalización horizontal será de color blanco o amarillo (pintura Induplast Sintevial), excluyendo el pintado de cordones o aplicación de tachas reflectivas u otras. El color blanco se utiliza para marcas transversales, leyendas, números, símbolos y marcas longitudinales. El amarillo define la separación de corrientes de tránsito opuesto en camino de doble sentido de calzada, líneas de barreras y zonas de obstrucciones.

IV.3) Señalamiento vertical

Al igual que con el señalamiento horizontal, la circulación vehicular y peatonal deben ser guiadas y reguladas a fin de que puedan llevarse a cabo en forma segura, fluida y ordenada, esto se logra en parte con el señalamiento vertical. Las señales verticales son colocadas al costado del camino (laterales) o elevadas sobre la calzada, materializadas mediante el uso de pórticos o ménsulas (aéreas), con la finalidad de guiar al tránsito, regular la circulación y advertir distintas circunstancias.

Este señalamiento debe brindar información clara y precisa, con el fin de transmitir órdenes, advertencias, indicaciones u orientaciones, mediante códigos comunes en todo el país y de modo coherente con los utilizados en el municipio.

IV.3.1) Códigos de clasificación

El señalamiento vertical se rige según determinados códigos los cuales se pueden resumir en la tabla resumen IV.2, que divide a las señales por forma y color. A su vez se distinguen en **reglamentarias, preventivas e informativas**.

Las señales reglamentarias:

Transmiten órdenes específicas de cumplimiento obligatorio en el lugar para el cual están destinadas. Las señales reglamentarias **no tienen por finalidad** confirmar las



reglas generales de circulación, e informan al usuario de requerimientos legales que de otra manera no son evidentes para el usuario.

Estas señales reglamentarias se clasifican en:

- **Señales de prohibición (Anexo L punto 9)**
- **Señales de restricción (Anexo L punto 10)**
- **Señales de prioridad (Anexo L punto 11)**
- **Señales de fin de la prescripción (Anexo L punto 12)**

Las señales preventivas:

Advierten la proximidad de una circunstancia anormal en la vía que puede resultar peligroso para el usuario. Se usan para advertir situaciones peligrosas existentes o potenciales, y que no necesariamente sean evidentes para el conductor.

Estas señales preventivas se clasifican en:

- **Señales de advertencia de peligro (Anexo L punto 14)**
- **Señales sobre característica de la vía (Anexo L punto 15)**
- **Señales sobre posibilidad de riesgos eventuales (Anexo L punto 16)**
- **Señales de anticipo de otros dispositivos de control de tránsito (Anexo L punto 17)**
- **Fin de prevención (Anexo L punto 18)**

Las señales informativas:

Identifican, orientan, o referencian servicios, lugares, destinos, rutas, etc. que son de utilidad para el itinerario del conductor. Es decir, que suministran información de la navegación del usuario.


















Estas señales informativas se clasifican en:

- **Señales de nomenclatura vial y urbana. Distancias y destinos (Anexo L punto 20)**
- **Señales sobre característica de la vía (Anexo L punto 21)**



- Señales sobre maniobras permitidas (Anexo L punto 21)
- Señales de información turística y servicios (Anexo L punto 24)
- Señales educativas y anuncios especiales (Anexo L punto 25)

Tabla IV.2. Cuadro resumen de código de señales verticales. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

POR SU FORMA							
CUADRADO <small>CON DIAGONAL EN VERTICAL</small>  PREVIENE		CÍRCULO  REGLAMENTA		RECTÁNGULO  INFORMA			
POR SU COLOR							
 <small>PREVIENE O ADIERTE POTENCIAL PELIGRO</small>	 <small>PREVIENE UN POTENCIAL PELIGRO EN ZONA DE OBRA</small>	  <small>PROHIBE, RESTRINGE U OBLIGA</small>	 <small>PERMITE</small>	 <small>INFORMA INSTITUCIONAL HISTORICO Y DE SERVICIO</small>	 <small>INFORMA DESTINOS O ITINERARIOS</small>	 <small>INFORMA ANUNCIOS ESPECIALES</small>	 <small>EDUCATIVOS</small>
FORMAS Y COLORES SINGULARES							
<small>OCTOGONO CON LEYENDA "PARE"</small>  <small>OBLIGA A PARAR Y A CEDER EL PASO</small>	<small>TRIANGULO EQUILÁTERO CVÉRTICE HACIA ABAJO</small>  <small>OBLIGA A A CEDER EL PASO</small>	<small>TRIANGULO EQUILÁTERO CVÉRTICE HACIA ARRIBA</small>  <small>ADVERTENCIA DE MÁXIMO PELIGRO</small>	<small>RECTÁNGULO EN VERTICAL</small>  <small>PANELES DE PREVENCIÓN</small>	<small>CRUZ DE SAN ANDRÉS</small>  <small>CRUCE FERROVIARIO</small>			

IV.3.2) Metodología de aplicación en señales laterales

En zonas urbanas la distancia entre el filo del cordón y el filo de la señal será igual o mayor a 30 cm. (Ver figura IV.15)

La altura entre el filo inferior de la señal y el cordón de la acera, o rasante de la carretera (eje de la calzada), si no existiera cordón, deberá ser entre 2,20m y 2,30m.

Se colocarán señales de ceda el paso, pare, velocidad máxima (40km/h y 60km/h), no girar a la izquierda, no girar a la derecha y prohibido estacionar. (Ver figura IV.16)

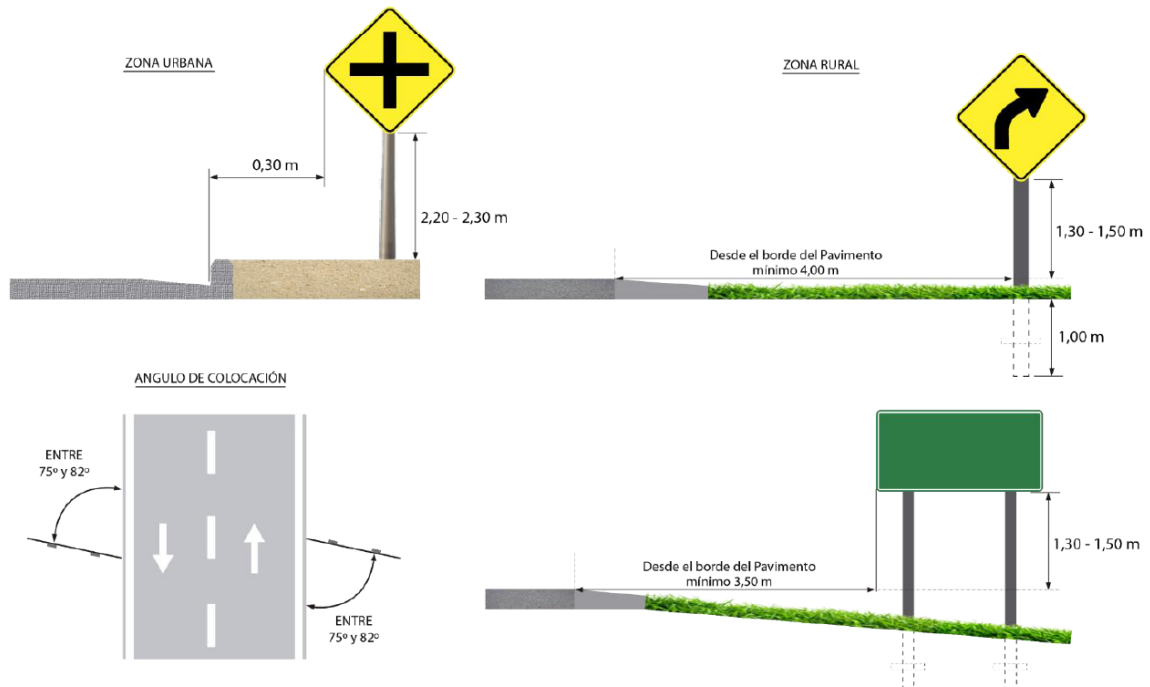


Figura IV.15. Ubicación de señales verticales. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)



Figura IV.16. Señales laterales utilizadas en el anteproyecto. (Fuente: elaboración propia)

IV.3.3) Metodología de aplicación en señales aéreas

Se colocarán elevadas sobre la calzada mediante pórticos de uso común con los semáforos. Las mismas indicarán la utilización del carril y su orientación. (Ver figura 17)

Los soportes de las señales aéreas, emplazados a la derecha, estarán separados del borde de calzada una distancia deseable de 5,50 m, convenientemente protegidas en caso que corresponda. (Ver figura 18)

El borde inferior de toda señal aérea deberá estar a una altura mínima absoluta o superior a los 5,1m sobre el punto más alto de la calzada. La altura mínima deseada



será de 5,5m y la altura máxima de 6m. Las placas de adosar a la estructura deberán rotarse hacia adelante con un ángulo entre 2 a 5 grados respecto al eje perpendicular a la rasante, excepto en bajadas, para maximizar la luminancia desde las luces de los vehículos sobre estas. (Ver figura 18)



Figura IV.17. Señales aéreas de carril y orientación. (Fuente: elaboración propia)

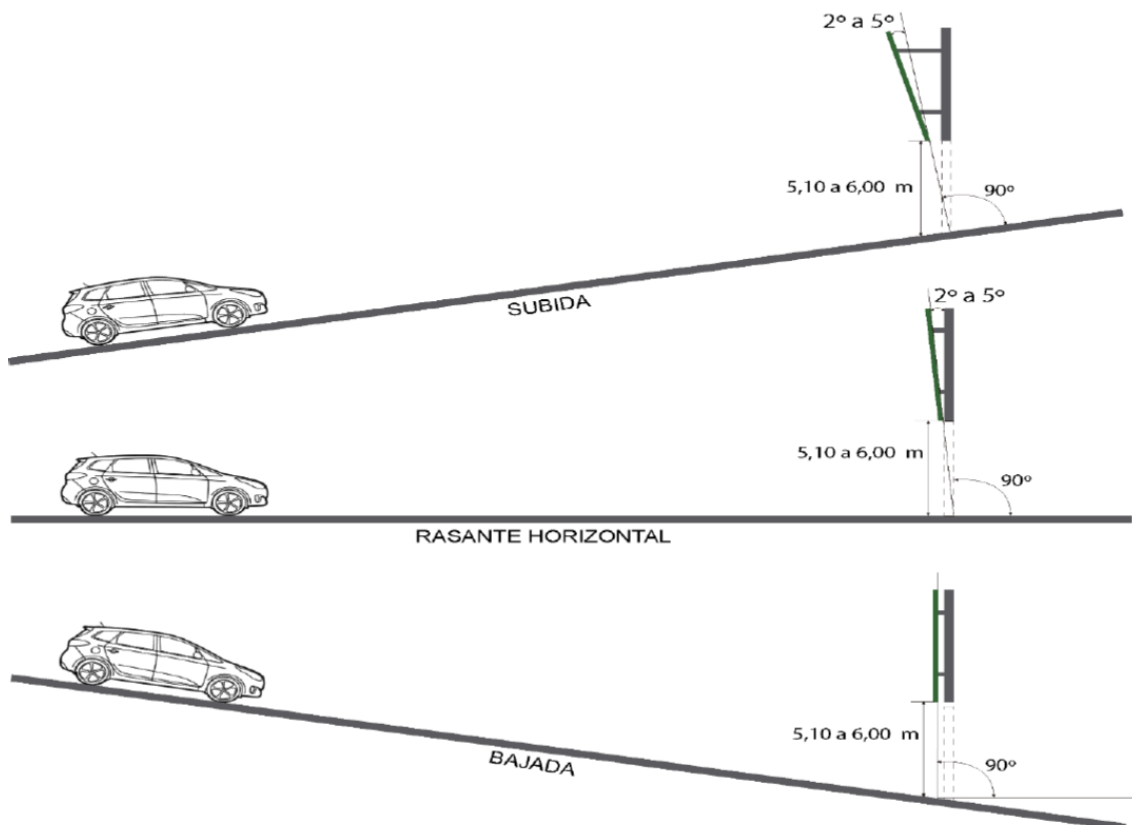


Figura IV.18. Inclínación y altura de señales aéreas. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)



IV.3.4) Materialización

La señalización vertical se materializará según las recomendaciones del manual de señalamiento vertical de la DNV:

- **Las placas:** serán de acero galvanizado de 2mm de espesor, deberán responder a las normas IRAM IAS-U-500-214:2002, recubrimiento Z275. Los cantos serán perfectamente terminados, sin ningún tipo de rebabas. Las esquinas serán redondeadas con radios que oscilan entre los 40 mm y 60 mm, en las señales laterales, dependiendo del tamaño. (Ver tabla IV.3)

Tabla IV.3. Tamaños de placa según tipo de señal y tipo de vía. (Fuente: Manual de señalamiento Horizontal DNV)

TIPO DE SEÑAL	DIMENSIÓN	CAMINO CONVENCIONALES (RUTAS)		MULTICARRILES, AUTOVIAS AUTOPISTAS	
		MÍNIMO ABSOLUTO	MÍNIMO DESEABLE	MÍNIMO ABSOLUTO	MÍNIMO DESEABLE
PREVENTIVO (Cuadrado)	LADO	75 X 75	90 X 90	90 X 90	120 X 120
PREVENTIVO (Triangular)	LADO	90	105	105	135
REGLAMENTARIA (Circular)	DIÁMETRO	75	90	90	120
REGLAMENTARIA (Triangular)	LADO	90	105	105	135
REGLAMENTARIA C/LEYENDA (Rectangular)	LADO	80 x 110	100 x 150	100 x 150	120 x 180
PARE (Octogonal)	LADO	75	90	90	120
EDUCACIÓN VIAL	LADO	100 x 100		120 x 120	
SERVICIOS AUXILIARES	LADO	80 x 110		100 x 150	
MOJÓN KILOMÉTRICO	LADO	57 x 40		57 x 40	
PANEL DE PREVENCIÓN (Alcantarilla)	LADO	20 x 40		20 x 40	
PANEL DE PREVENCIÓN (Puente)	LADO	30 x 60		30 x 60	
PANEL DE PREVENCIÓN (Extremo de baranda)	LADO	20 x 40		30 x 60	

- **Los soportes:** serán materializados con postes de madera, dura, astillable, las escuadrías usuales son: 3"x3" y 4"x4". (DNV, 1980, p.IV-84). Las columnas para la colocación de señales aéreas serán de acero para la construcción nuevo de primera selección.

- **Láminas retrorreflectivas:** todas las señales viales deben ser visibles en cualquier momento del día y bajo toda condición climática, es por ello que se confeccionan con materiales apropiados y procedimientos que aseguran retrorreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser



iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. Los laminados deberán cumplir como mínimo absoluto con los niveles de retrorreflexión establecidos por la “Ley 24.449 en su Anexo L”. Las láminas empleadas deberán contar con el sello IRAM.

IV.4) Separadores de carril

Los separadores de carriles exclusivos o de sentido de circulación opuesta son barreras físicas, las cuales pueden ser de hormigón (cantero central) o una barrera de material plástico. Se pueden definir como elementos dispuestos sobre la calzada que tienen por función generar una barrera material que separe dos carriles contiguos evitando de esta forma la invasión de uno de ellos por vehículos del otro carril. No están destinados como refugio peatonal. Su conformación física es una sobreelevación longitudinal de la calzada con un ancho que varía de 20 a 50 cm y una altura tal que dificulte el paso de un vehículo, siendo aconsejable sea de 10 a 15 cm.

En este anteproyecto se utilizan ambas barreras, debido al extenso número y tipologías de barreras existentes actualmente, si bien se nombrarán varias, solo se desarrollarán las utilizadas en este anteproyecto.

IV.4.1) Tipos de separadores

Los separadores los podemos clasificar en:

- **Separador de hormigón**
- **Separador de material plástico**

❖ Separadores de hormigón:

Estos tipos de separadores se pueden dividir en dos principales:

- **Canteros centrales**
- **Separador New Jersey**



Figura IV.19. Separadores de hormigón. (Fuente: elaboración propia)

❖ Separadores de material plástico:

Hay una gran variedad de estos en el mercado, pero se pueden clasificar principalmente en:

- Tortugas
- Pilonas
- Boyas
- Tortugas con pilonas

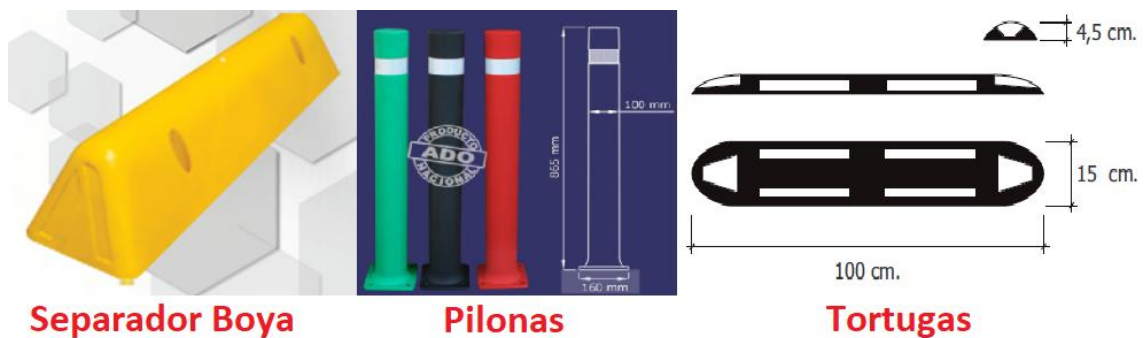


Figura IV.20. Separadores de material plástico disponibles en el mercado. (Fuente: elaboración propia)

IV.4.2) Elección de separadores

Considerando los aspectos arquitectónicos del anteproyecto, y teniendo en cuenta la limitación de ancho de calzada (debido a la escasa posibilidad de ampliación de calzada) se debe comparar entre los separadores mencionados en el punto anterior los aspectos que se consideran más relevantes, llegando así a la elección del o de los separadores adecuados para este anteproyecto.



Tabla IV.4. Cuadro comparativo de separadores de carril. (Fuente: elaboración propia)

	New Jersey	Cantero Central	Tortugas	Pilonas	Boyas	Tortugas c/pilonas
Posibilidad de traspaso de defensa	NO	SI	SI	SI	SI	SI
Posibilidad de parquizado	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Ancho \leq 20 cm	NO	NO	SI	SI	SI	SI
Prefabricado	SI	NO	SI	SI	SI	SI
Facilidad de montaje	NO	NO	SI	SI	SI	SI
Altura \geq 50 cm	SI	NO	NO	SI	NO	SI
Longitud \geq 50 cm	SI	SI	SI	NO	SI	SI

Resaltando con verde los aspectos favorables y con rojo los desfavorables, podemos observar que del lado de la seguridad la defensa tipo New Jersey es la mejor, pero no así desde el punto de vista arquitectónico, debido a que no permite la materialización de un parquizado, lo cual no va acorde al diseño elegido en el capítulo 3 (parquizado con paradas de colectivos y sistema de bicicletas compartidas). Por lo tanto esta alternativa se debe descartar y se debe adoptar necesariamente la alternativa de cantero central, la cual no es la más segura pero si la más adaptable al diseño.

En la alternativa adoptada en el capítulo 3 (ver figura III.6), se puede apreciar que las cuadras en donde se encuentra la parada del colectivo poseen cantero central como divisoria física de un lado del carril de metrobus y separadores de material plástico en el otro lado.

Si se observa la Tabla IV.4, se puede concluir que las tortugas con pilonas son la mejor opción, pero bien se puede lograr una solución similar adoptando 2 separadores distintos que sumados cumplen la misma función. Estos separadores serán la combinación de boyas con pilonas, que si bien a priori parece más complejo utilizar dos elementos que uno, son más seguros debido a que las pilonas van atornilladas a la calzada (menor probabilidad de ser derrumbadas) y las boyas debido a su forma



trapezoidal resisten más el posible traspaso de carril por el vehículo que los separadores tortugas que poseen una forma más redondeada.

Conclusión:

Se elige entonces la utilización de canteros centrales y de separadores combinados (boyas + pilonas), logrando así el sistema más seguro y acorde al diseño elegido en el capítulo 3. (Ver figura IV.21)

El diseño del cantero central responde a una nueva traza vehicular con carriles de igual tamaño y continuidad de flujo, garantizando un ancho generoso que permite la plantación de una gran guarda arbustiva y cabezales más seguros para los peatones, con nuevas rampas y esperas semaforizadas.

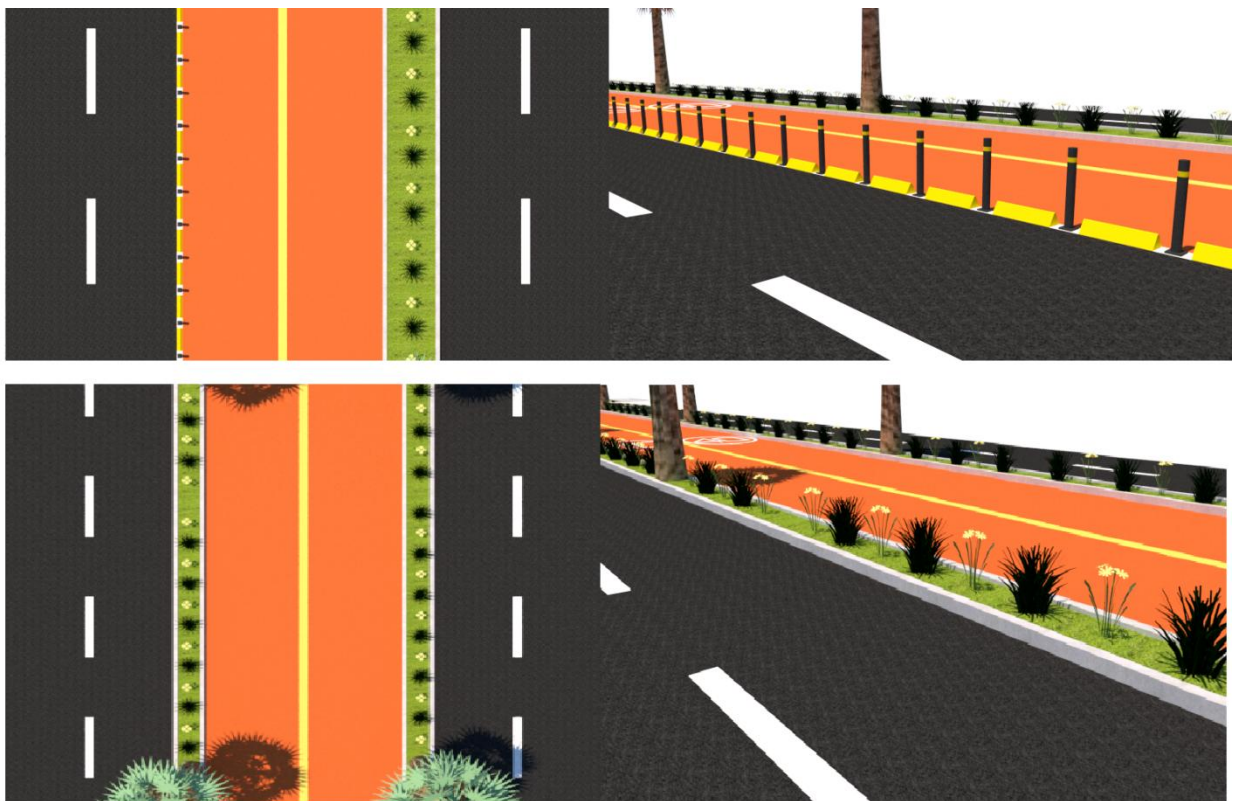


Figura IV.21. Detalle de separadores físicos. (Fuente: elaboración propia)



IV.5) Iluminación

El alumbrado se coloca con el objetivo de permitir una visibilidad clara para la identificación obstáculos, objetos y personas que se presenten en la vía durante las horas nocturnas.

Una correcta instalación de alumbrado será aquella cuya iluminación sea continua y uniforme para que el conductor tenga la facilidad de distinguir con certeza y con todo detalle, el camino que tiene en frente a él y sus alrededores aún sin el uso de los faros del vehículo, teniendo el tiempo necesario para efectuar las maniobras necesarias para la prevención de cualquier situación que le ponga en peligro a sí mismo o a otros conductores, y también para la apreciación de todas y cada una de las señales de tránsito, además de dotarle de confort y visual mientras conduce. Por otra parte no debe encandilar al conductor.

Por último, los usuarios del camino tener les debe proporcionar una visualización completa del trazado de la calzada y reconocer las señales y obstáculos con seguridad y tiempo.

Para llevar a cabo este tipo de alumbrado, deben ser tomados en cuenta diversos factores, además de considerar los aspectos económicos y estéticos de la vía iluminada, estudiando los costos de instalación y mantenimiento.

IV.5.1) Factores para el diseño de iluminación

- **Requerimientos para conductores:**

El camino y sus zonas aledañas deben ser vistos en detalle en todo momento. Cualquier objeto que signifique un riesgo para el conductor, otorgándole un tiempo de reacción y el espacio necesario de frenado. Esta percepción, debe por lo tanto abarcar todo el campo visual de conductor incluyendo su visión periférica, evitándole de esta forma fatiga visual.



Los faros del vehículo iluminan únicamente un área limitada delante de estos, mientras que el alumbrado público ilumina la carretera y sus alrededores.

La agudeza visual en la conducción nocturna evoluciona de tal forma que un conductor que circula por una carretera provista de alumbrado, es dos veces y media superior a la agudeza visual de dicho conductor cuando solo cuenta con las luces del vehículo.

- **Visibilidad y campo visual del conductor:**

La visibilidad es directamente proporcional al contraste, por lo que un buen contraste asegura una buena visibilidad.

La visibilidad de un obstáculo situado sobre la calzada depende de la diferencia de luminancias entre el obstáculo y el fondo. En caso de que un objeto sea claro con fondo oscuro, su contraste será positivo, en cambio un objeto más oscuro que su fondo genera contraste negativo. La iluminación vial generalmente produce contrastes negativos para los objetos u obstáculos oscuros.

La importancia del campo visual del conductor se enumera en el siguiente orden:

1. La calzada
2. El señalamiento horizontal y vertical
3. El cielo incluyendo la luminaria

Cualquier circunstancia que pueda ocasionar una obstrucción, debe aparecer claramente en el campo visual.

- **Deslumbramiento y contaminación visual:**

El deslumbramiento es generado normalmente por las propias luminarias, disminuyendo la capacidad del ojo del conductor, perjudicando el confort visual que a la larga provoca irritabilidad y fatiga.



Otros factores pueden generar deslumbramiento, como la presencia de grandes superficies con un alto factor de reflexión, anuncios publicitarios, señalamiento vertical, faros de vehículos, etc.

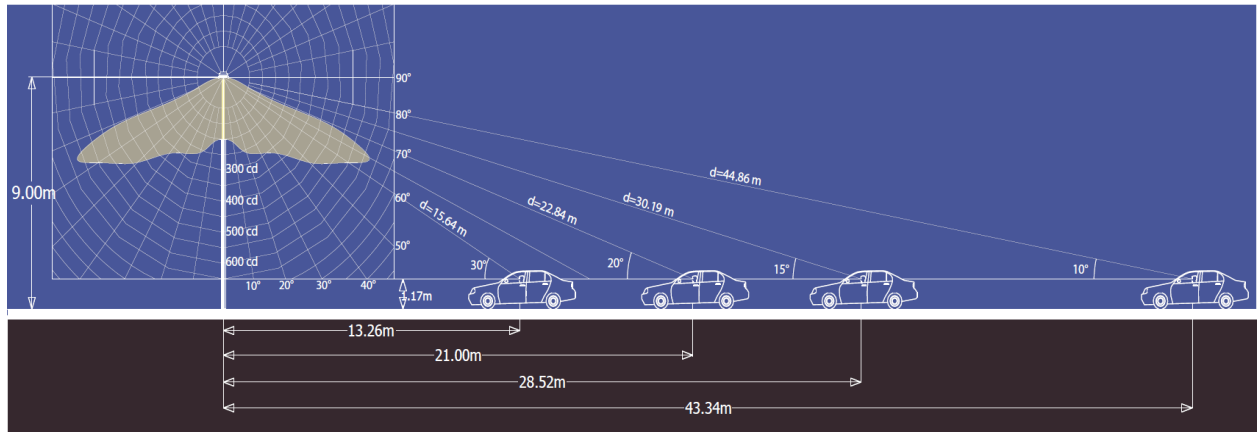


Figura IV.22. Ángulo de deslumbramiento lumínico cut-off. (Fuente: Revista Lumitecnia-1973)

El deslumbramiento reduce la visibilidad, causado por el flujo luminoso emitido por las luminarias a los ojos del conductor. Por esta razón, se ponen límites a la intensidad luminosa generada por luminarias en dirección casi horizontal, que es el caso de las luminarias con refractor y luminaria non cut-off.

Respecto a la contaminación visual, el campo visual del conductor está en la mayor parte del tiempo lleno de estímulos luminosos que por contraste impiden ver hacia donde debe dirigirse la vista (la carpeta asfáltica y los obstáculos que en ella existan). Por otra parte, la contaminación visual contribuye a un mayor desperdicio energético al no iluminar lo que se necesita que es la calzada, e igualmente contribuye al deslumbramiento.





IV.5.2) Cálculo de iluminación

La CIE (**COMISION INTERNACIONAL DE L'ECLAIRAGE**) mediante las pruebas y ensayos a lo largo del tiempo confeccionó lo que se conoce como “**matrices de reflexión Q0**” en sus publicaciones N°30.2 y 30.6, que sustituye a una clasificación de



recubrimientos más usuales existentes en la actualidad, el factor R que liga al nivel de iluminación promedio con el nivel de luminancia promedio.

Tabla IV.5. Características de la reflectancia de los distintos tipos de calzada. (Fuente: CIE)

Clase	Q ₀	Descripción		Tipo de reflectancia
R1	0.10	Superficie de concreto cemento portland.		Casi difuso
R2	0.07	Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un mínimo de 60% de grava de tamaño mayor de 10 mm.		Difuso especular
R3	0.07	Superficie de asfalto regular y con recubrimiento sellado, con agregados oscuros de roca, textura rugosa después de algunos meses de uso (Típico de autopistas).		Ligeramente especular
R4	0.08	Superficie de asfalto con textura muy tersa.		Muy especular

La actual calzada de la avenida 9 de Julio cuenta con una capa de asfalto regular y con agregados oscuros y textura rugosa después de algunos meses de uso. En este anteproyecto se analiza la opción de mantener los carriles dispuestos a los vehículos particulares con su respectivo asfalto, mientras que el carril exclusivo para los colectivos es conveniente que sean de hormigón, debido al desgaste al cual será sometido a lo largo de su vida útil. De esta manera podemos observar en la tabla IV.5 que contaremos con coeficientes Q₀ de 0,10 y 0,07 según clase R1 y R3.

La luminancia obtenida sobre el revestimiento de la calzada varía según el color de la misma. La CIE recomienda en la tabla IV.6 niveles de luminancia para carpetas oscuras o claras, de manera tal que observando la tabla se concluye que se necesita para el caso de la avenida 9 de Julio (vía urbana de tráfico importante y velocidad limitada) 30 lux para la calzada vehicular y 15 lux para la calzada de los colectivos.



Tabla IV.6. Niveles de luminancia recomendados según color de carpeta. (Fuente: CIE)

	Clases de circulación	Carpeta oscura	Carpeta clara
	Complejos viales a varios niveles Vías de circulación Plazas importantes	50 lux	25 lux
	Vías urbanas de tráfico importante y velocidad limitada	30 lux	15 lux
	Vías residenciales	20 lux	10 lux

- **Nivel de iluminación:**

Las superficies de la calzada se pueden comportar como fuentes semi-difusas y semi-reflejan, debido a que los rayos inclinados reflejan mejor la luz al observador que los rectos. (Ver figura IV.23)

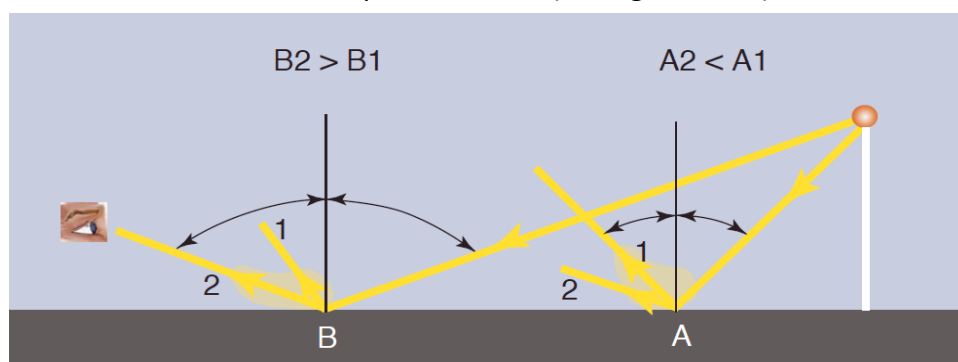


Figura IV.23. Nivel de luminancia. (Fuente: CIE 1977)



Para verificar la uniformidad de luminancia y el confort visual, se debe primero determinar cuál es el nivel de iluminación promedio obtenido con un sistema de iluminación pre diseñado.




El factor de utilización del equipo (F_u) nos indica el rendimiento de los equipos instalados y su eficiencia para iluminar, este depende de los componentes, alturas de montaje y ancho de calle.

$$F_u = \frac{\text{Ancho de calle}}{\text{Altura de montaje}} \geq 0,40$$

Sabemos que con un determinado nivel de iluminación obtenemos un nivel de luminancia en sentido de la observación. El nivel de luminancia es lo que capta el ojo, por lo que, el cálculo de luminancia es lo que más se asemeja a la sensación de ver.

$$\text{Luminancia} = \frac{\text{Nivel de iluminación [lux]}}{R}$$

Tabla IV.7. Factor R para diferentes tipos de calzadas. (Fuente: CIE)

	Tipo de recubrimiento	Luminarias cut-off	Luminarias semicut-off
	Concreto limpio	12	8
	Concreto sucio	14	10
	Asfalto emblanquecido	19	14
	Asfalto gris	19	14
	Asfalto oscuro	24	18
	Empedrados	18	13



Observando la tabla IV.7, para luminarias tipo cut-off (ver figura IV.24) obtenemos un valor de $R=14$ para hormigón sucio y $R=24$ para asfalto oscuro.

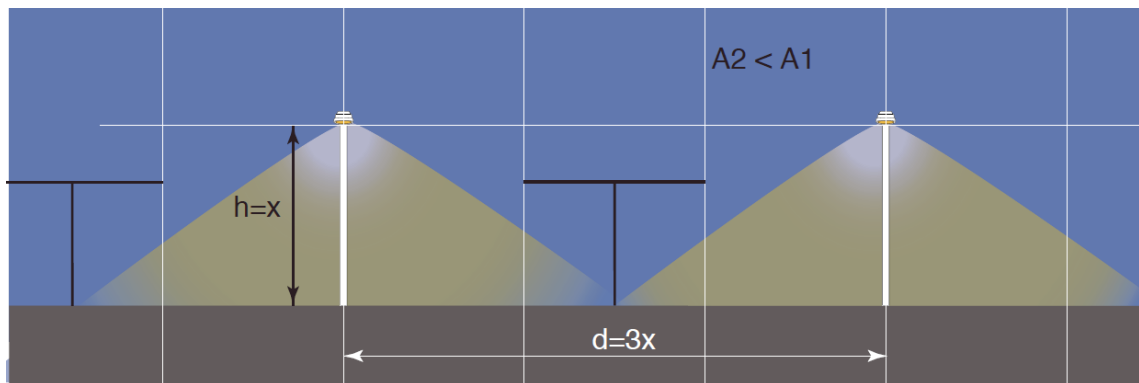


Figura IV.24. Luminaria tipo cut-off. (Fuente: Manual de iluminación vial 2015)

Según recomendación de la CIE y el manual de alumbrado vial de la SCT (Secretaría de comunicaciones y transporte de México), se debe adoptar un valor de luminancia promedio según el tipo de vía y luminaria. (Ver tabla IV.8)

Tabla IV.8. Valores de luminancia promedio. (Fuente: Manual de alumbrado vial SCT)

CLASE DE VIA	LUMINANCIA PROMEDIO	TIPO DE LUMINARIA
Vías rápidas	1.5 a 2.5 cd/m ²	Cut-off o Semi cut-off
Alumbrado urbano	1.5 a 2 cd/m ²	Semi cut-off
Glorietas y crucesos peligrosos	1.5 a 2 cd/m ²	Semi cut-off
Puntos singulares fuera de zona alumbrada	0.5 a 1 cd/m ²	Semi cut-off

Para el cálculo de luminaria también es necesario determinar el factor de envejecimiento del equipo (V), el cual tiene en cuenta la pérdida en luminancia del equipo luego de un tiempo de uso.

$$V = V_{la} \times V_{lu}$$



Siendo V_{la} (factor de envejecimiento de la lámpara) y V_{lu} (factor de envejecimiento de la luminaria obtenido de la tabla IV.9).

Tabla IV.9. Factores de envejecimiento de una luminaria. (Fuente: Manual de alumbrado vial SCT)

	Luminaria sin cubierta	Luminaria con cubierta
	(abierta)	(cerrada)
Atmósfera contaminada	0.65	0.70
Atmósfera no contaminada	0.90	0.95

Para el cálculo de luminaria también es necesario determinar el factor de envejecimiento del equipo (V), el cual tiene en cuenta la pérdida en luminancia del equipo luego de un tiempo de uso.

Como se determinó anteriormente, se ha elegido la luminaria cut-off (es aquella que produce menor molestia visual al conductor), por lo tanto como se observa en la figura IV.24 la separación entre postes es igual a 3 veces su altura. Por otro lado debido a la configuración geométrica de la vía definida en capítulo 3, se tendrá dos disposiciones de luminaria, una en tresbolillo y otra unilateral, intercalándose cada dos cuerdas. Para la disposición de luminaria la CIE determinó una relación altura de poste (h)/ A en valores máximos y mínimos.

Tabla IV.11. Distribución de luminaria en base a la relación h/A . (Fuente: CIE)

Disposición	Relación h/A	
	Valor Mínimo	Valor Máximo
Unilateral	0.85	1
Tresbolillo	0.5	0.66
Frente-Frente	0.33	0.5
Axial	0.85	1

El ancho total de la calzada será igual a 21,2 m, contando en total con cuatro carriles para autos, dos para colectivos, canchales centrales y separadores de carril de



plástico. Como se menciona anteriormente plantearemos dos disposiciones y las iremos alternando cada dos cuadras.

IV.5.2.1) Disposición de luminaria

Disposición N°1:

Se utiliza en el cantero separador de carriles vehículos del de colectivos luminarias bifocales. Siendo el ancho de la vía $A = 2 \times 3 \text{ m} + 2 \times 3,5 \text{ m} + 2 \text{ m} = 15 \text{ m}$, podemos definir h debido al a tabla IV.11:

$$\frac{h}{A} = \frac{0,85+1}{2} = 0,925 \text{ (promedio de valores mín. y máx.)} \rightarrow h = 0,925 \cdot 15$$

Por lo tanto $h = 13,875 \text{ m}$. adoptamos $h = 14 \text{ m}$. $Fu = \frac{15}{14} = 1,07 \geq 0,40 \rightarrow B.C.$

Se utiliza en ubicados sobre la vereda más alejada al cantero separador anteriormente mencionado luminaria de un foco. Siendo el ancho de la vía $A = 2 \times 3 \text{ m} = 6 \text{ m}$, podemos definir h debido al a tabla IV.11:

$$\frac{h}{A} = 1 \text{ (valor máximo)} \rightarrow h = 1 \cdot 6$$

Por lo tanto $h = 6 \text{ m}$. adoptamos $h = 6 \text{ m}$. $Fu = \frac{6}{6} = 1 \geq 0,40 \rightarrow B.C.$

Una vez obtenidas las alturas y tipos de luminarias se debe adoptar la separación entre las mismas. Para luminarias tipo cut-off, según figura IV.24, la separación (d) máxima es igual a 3 veces la altura de montaje (h). Por lo tanto para la disposición N°1 obtendremos dos valores de d , $d = 3 \times 14 \text{ m} = 42 \text{ m}$ y $d = 3 \times 6 \text{ m} = 18 \text{ m}$, ambas de disposición unilateral.

Para lograr una disposición lo más uniforme posible:

- En los canteros centrales se separan las luminarias 38 m, de manera tal que en las esquinas “ d ” será igual a 39 m.
- En las veredas los postes se separan cada 18 m.

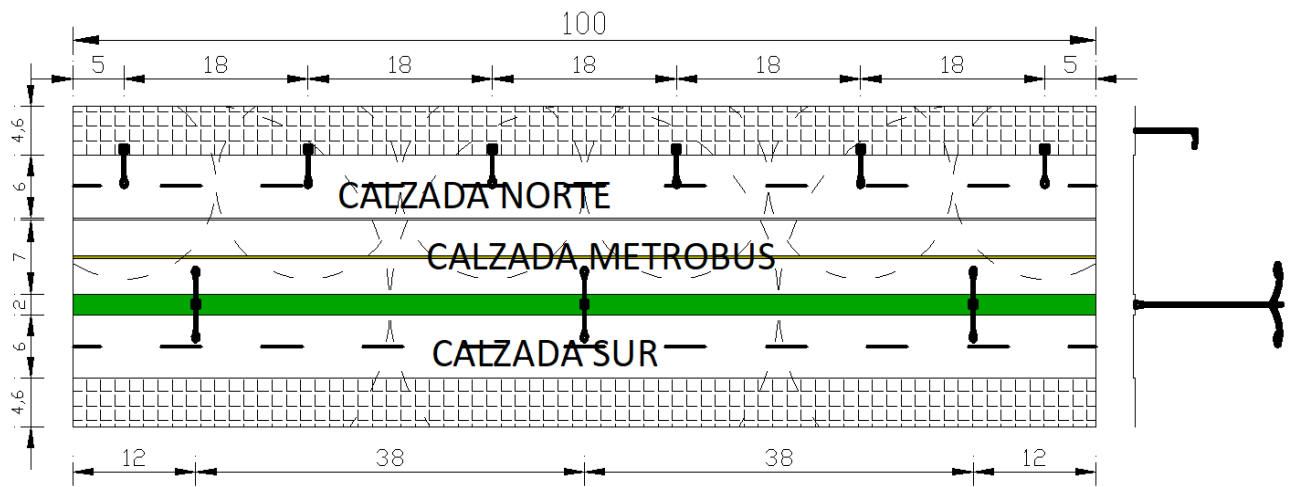


Figura IV.27. Detalle disposición de luminaria cuadra tipo N°1. (Fuente: elaboración propia)

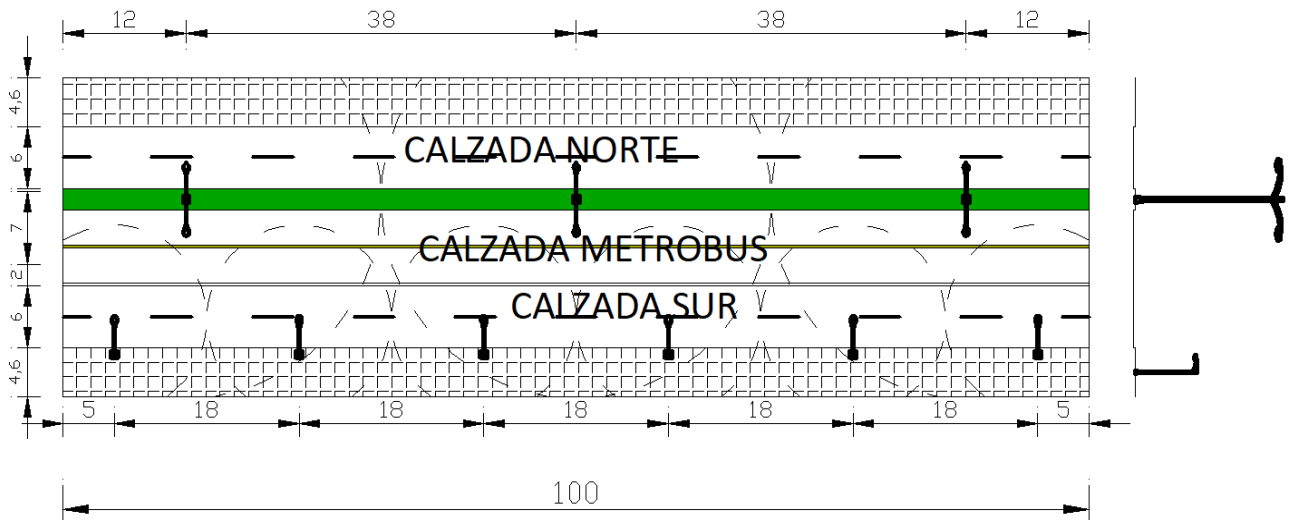


Figura IV.28. Detalle disposición de luminaria cuadra tipo N°2. (Fuente: elaboración propia)



Disposición N°2:

Se utiliza en el cantero separador de carriles vehículos del de colectivos luminarias bifocales. Siendo el ancho de la vía $A = 2 \times 3 \text{ m} + 2 \times 3,5 \text{ m} + 2 \text{ m} = 15 \text{ m}$, podemos definir h debido a la tabla IV.11:

$$\frac{h}{A} = \frac{0,85+1}{2} = 0,925 \text{ (promedio de valores mín. y máx.)} \rightarrow h = 0,925 \times 15$$

Por lo tanto $h = 13,875 \text{ m}$. adoptamos $h = 14 \text{ m}$. $Fu = \frac{15}{14} = 1,07 \geq 0,40 \rightarrow B.C.$

Como los separadores de carriles en estas cuadras son ambos canteros, pondremos una disposición de luminaria en tresbolillo.

Una vez obtenidas las alturas y tipos de luminarias se debe adoptar la separación entre las mismas. Para luminarias tipo cut-off, según figura IV.24, la separación (d) máxima es igual a 3 veces la altura de montaje (h). Por lo tanto para la disposición N°2 obtendremos d^* , $d^* = 3 \times 14 \text{ m} = 42 \text{ m}$.

Para lograr una disposición lo más uniforme posible:

- En los canteros centrales se separan las luminarias 38 m, de manera tal que en las esquinas “d” será igual a 39 m.

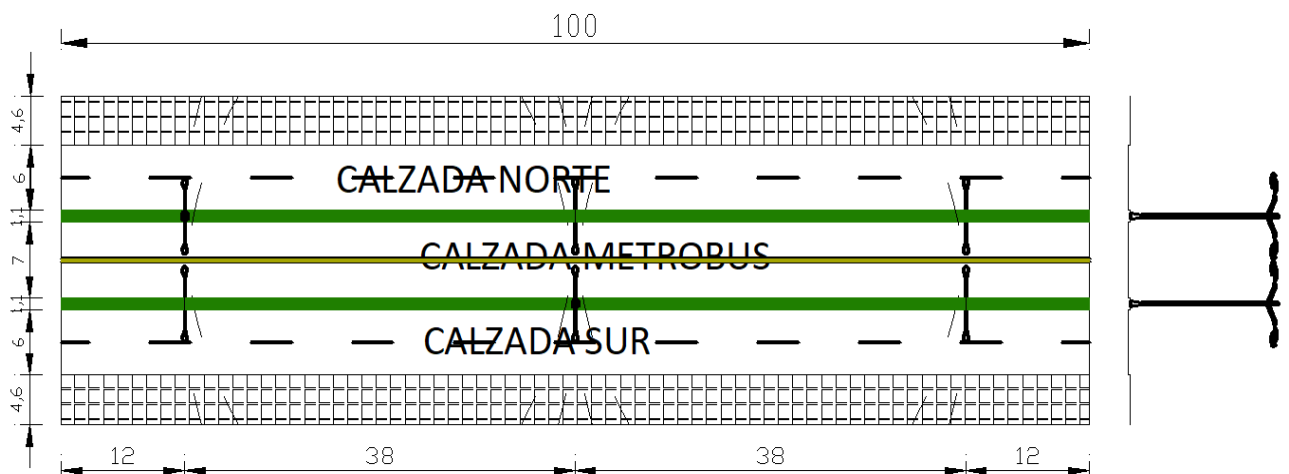


Figura IV.29. Detalle disposición de luminaria cuadra tipo N°3 y N°4. (Fuente: elaboración propia)



IV.5.3) Elección de luminaria

Para la elección de luminaria, se optará por aquellas luces led presentes en el mercado argentino, para incentivar el consumo interno y por su disponibilidad.

Las lámparas seleccionadas serán las **“Hefesto VC”** cuyo manual se adjunta en el anexo.

Las características principales que más importan son:

- ✓ Potencia de 288 lúmenes por led.
- ✓ Tiempo de vida estimado manteniendo el flujo luminoso al 90% > 66.000 hs.
- ✓ Eficiencia 94%
- ✓ Tiempo medio entre fallas 191.100 hs.
- ✓ Artefacto anti-vandalismo y estanco.
- ✓ Rotación vertical de la lámpara de 0° a 15°.

Tabla IV.12. Alternativas de potencia para una iluminación más eficaz. (Fuente: www.luminariasled.com.ar/wp-content/uploads/2017/03/Hefesto-VC.pdf).

Modelo	Cant. Módulos Led	Cant Led	Peso	Potencia de Línea	Flujo Luminoso	Cant de Drivers
Hefesto VC 48	3	48	9.7 kg	120 w	13.800 lm	1
Hefesto VC 64	4	64	11.7 kg	160 w	18.400 lm	1
Hefesto VC 80	5	80	12.5 kg	200 w	23.000 lm	1
Hefesto VC 96	6	96	13.5 kg	240 w	27.600 lm	2
Hefesto VC 128	8	128	16.5 kg	320 w	36.800 lm	2
Hefesto VC 160	10	160	18.5 kg	400 w	46.000 lm	2



Tabla IV.13. Altura recomendada según el flujo luminoso. (Fuente: "Propuesta para la implementación del sistema "led" para la iluminación república en Antioquia". Escuela de ingeniería de Antioquía. 2009)

Flujo de Lámpara (lm)	Altura (m)
$3.000 \leq \phi < 10.000$	$6 \leq H < 8$
$10.000 \leq \phi < 20.000$	$8 \leq H < 10$
$20.000 \leq \phi < 40.000$	$10 \leq H < 12$
$\phi \geq 40.000$	$H \geq 12$

Conocida las alturas de montaje, ingresando en la tabla IV.13 y luego a la tabla IV.12, obtenemos para las luminarias de 14 m de altura, "led Hefesto VC 160" y para las luminarias de 6 m de altura, "led Hefesto VC 48".

IV.5.4) Bases de luminaria

Para el montaje de los postes se utilizarán bases de hormigón armado H-25, rectangular, de 60 x 100 cm², con un emparrillado de $\phi 8$ mm c/15 cm en ambas direcciones y un ducto de PVC para el pasaje de los cables eléctricos. El poste se unirá a la base mediante cuatro anclas (varillas roscadas en forma de gancho $\phi 16$ mm).

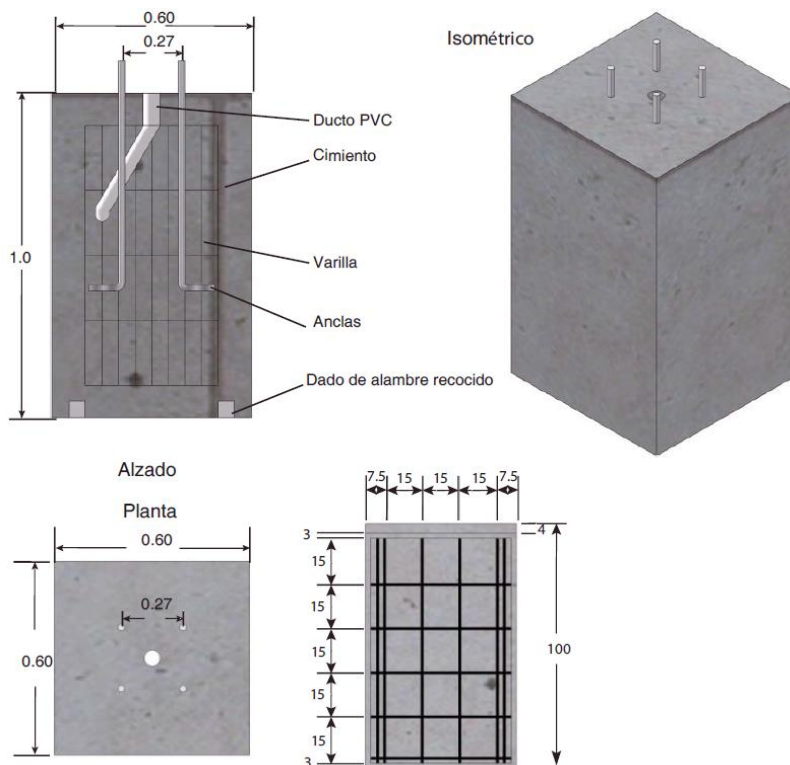


Figura IV.30. Detalle de armado de base. (Fuente: Manual de iluminación vial 2015)

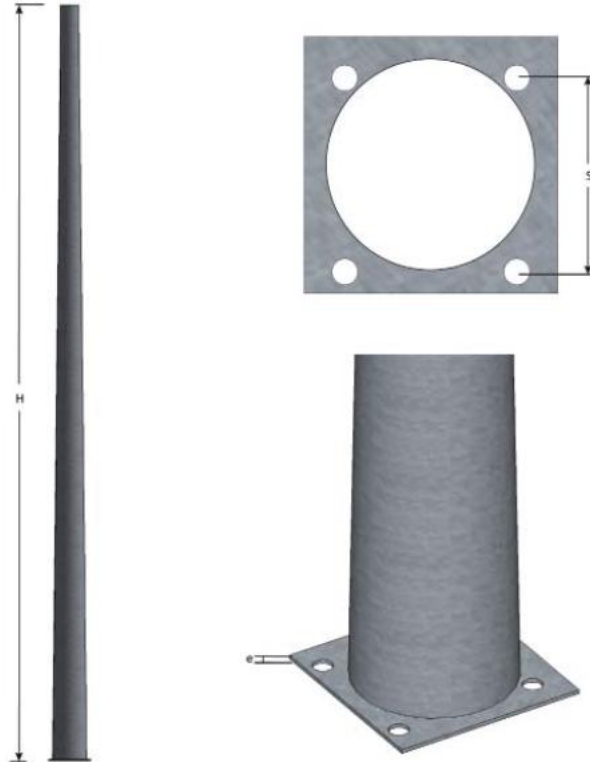


Figura IV.31. Detalle base de poste de alumbrado. (Fuente: Manual de iluminación vial 2015)

IV.5.5) Cableado de luminaria

• Conductores eléctricos:

Los conductores podrán ser unipolares o multipolares con aislación de PVC, de cobre flexible o rígido, según norma IRAM 2.178.

Los conductores de distribución y alimentación a columnas no serán de sección menor a 4mm^2 y los conductores de alimentación a artefactos no serán de sección menor a $2,5\text{mm}^2$. El cableado de las columnas subterráneo descansara sobre una cama de arena y ladrillo tanto en su parte superior como en la inferior. Los cables subterráneos, que crucen las arterias vehiculares se colocarán en canalizaciones de PVC de 63mm de diámetro como mínimo.

El cable de protección de puesta a tierra a las columnas así como la conexión a la jabalina del gabinete de comando será en todos los casos de cobre de 35mm^2 de sección mínima con un diámetro mínimo del alambre de 1,8mm y cumplirá con las normas IRAM 2.022.



Para la alimentación de los artefactos en el interior de cada columna se utilizarán conductores con doble aislamiento subterráneo, de cobre de $3 \times 2,5\text{mm}^2$.

• **Puesta a tierra:**

La red para alumbrado público es similar a la de distribución en baja tensión, pero la reglamentación AEA establece para el alumbrado público las siguientes condiciones o requisitos adicionales:

- Jabalina de acero-cobre, de 1,5 metros de longitud. Toma de tierra y conexión, interior a la columna.
- Medir la resistencia eléctrica de puesta a tierra por columna, con la jabalina conectada.
- Determinar $R_{mín}$ y calcular la media de todas las mediciones. La resistencia eléctrica de puesta a tierra de cada columna no debe superar 1,5 veces la media.
- Conectar las columnas también al neutro.
- La resistencia eléctrica de puesta a tierra total del neutro se puede medir como en distribución pública de baja tensión, o calcular.

• **Tablero y cableado interno:**

No ubicar el tablero de comando y protección al alcance de las personas, ubicarlo a 2,5 metros de altura, o más sobre toda posición practicable circundante y accesible a las personas

El tablero de derivación estará alojado en el interior de la columna conteniendo los elementos para la alimentación y protección de fase y neutro de la luminaria. Serán de material resistente tipo resina epoxi, de propiedades no higroscópicas, de dimensiones 90 x 180mm.

En las columnas, solo incluir borneras. Son de bajo nivel de avería y libres de revisión periódica. La protección eléctrica, incluirla en la luminaria.



El tablero contendrá una bornera con bornes de bronce para el conexionado de los conductores mediante el empleo de terminales de cobre con estaño de ojal redondo de tamaño adecuado a la sección del conductor.

Tornillo de seguridad con cabeza fusible en las tapas de columnas. Rompe la cabeza al torque de ajuste, deja expuesta una superficie plana de borde cónico y bajo espesor, que impide su retiro con herramientas comunes. Para retirarlo, se lo debe perforar con taladro y emplear herramienta especial. Se reduce así el riesgo por intrusión.

Como sistema de protección se colocará una llave termo magnética bipolar de capacidad adecuada a la potencia de la luminaria a utilizar o dos fusibles para protección de fase y neutro de dimensiones apropiadas a la carga a proteger

El cableado interno del circuito eléctrico por el interior de la columna será realizado con cable Norma IRAM 2178 de (Tipo subterráneo) sección mínima de $2,5 \text{ mm}^2$ ($3 \times 2,5 \text{ mm}^2 + T$) de manera de satisfacer con una aislación clase II.

IV.6) Semaforización

En este anteproyecto no se plantea el cálculo de semaforización debido a su amplia extensión. Por lo cual mediante el estudio del tránsito en el capítulo 2 se llega a la conclusión de que para el funcionamiento óptimo del sistema de metrobus, el mismo debería de llevar una semaforización única, relacionada con la ya existente en la avenida.

Sería recomendable por lo expuesto en las unidades anteriores, que esta semaforización del carril exclusivo de colectivos cuente con onda verde y prioridad por encima de los semáforos vehiculares ya existentes. Además los semáforos existentes deberían ser re-emplazados antes del cruce de la bocacalle y agregar la opción de permiso de doblar en algunas de las esquinas, para que el vehículo pueda cruzar el



metrobus sin ningún riesgo. (Sistema similar al de la avenida 3 de Abril en la ciudad de Corrientes).

Por lo tanto concluimos que este tema es importante desarrollarlo en un trabajo aparte, debido a su complejidad e importancia.



Figura IV.32. Detalle de semáforos a utilizar en el sistema de metrobus. (Fuente: elaboración propia)



CAPÍTULO V

ESTUDIO DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA

V.1 Estudio de suelos

V.1.1. Síntesis

Para determinar los espesores del paquete estructural es necesario realizar ensayos geotécnicos que muestren cómo está compuesto el perfil edafológico, su distribución y su comportamiento ante la compactación. Conocer la naturaleza del suelo es importante para definir su resistencia mecánica a los esfuerzos que será sometido por el paquete estructural más el tráfico. Los resultados impactan directamente en el costo de la obra, debido a que siempre es más favorable encontrar suelos resistentes porque implica una disminución de espesores en el paquete estructural. El no encontrar buenas características del suelo natural genera costos adicionales debido al mejoramiento que deberá realizarse en el suelo y en el espesor del paquete estructural a diseñar.

V.1.2. Generalidades

La resistencia de los suelos varía en función de su clasificación, densidad y sobre todo el contenido de humedad. Para poder analizar las propiedades del suelo presente en la traza se tendrá de referencia las Normas de Ensayos de Vialidad Nacional, que determina las siguientes propiedades:

- Humedad natural
- Límite de Atterberg
- Clasificación
- Humedad óptima y densidad seca máxima
- Valor soporte relativo e hinchamiento

En el caso del proyecto no es posible acceder a muestras de suelo ya que la avenida en cuestión se encuentra totalmente pavimentada; pero al tratarse de un anteproyecto, contamos con información suficiente para determinar el tipo de suelo y



su resistencia a considerar en el diseño estructural a partir de estudios previos aledaños y el conocimiento de la composición típica del suelo en la zona (que no es el más favorable para obras civiles).

Como antecedente, se puede decir, que los suelos en el AMGR están formados en su mayoría por arcillas plásticas, con consistencias variables y elevados valores de límites líquidos, dando lugar a variaciones volumétricas y de contenido de humedad.

Debido a lo comentado precedentemente de la imposibilidad de acceder a muestras de suelo en puntos de la avenida, tomaremos en cuenta los estudios de suelo realizados en puntos próximos y también representativos a nuestro tramo en estudio.

En el anteproyecto llamado “Optimización de la av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas” hecho por Baldovino y Bundrea se realizaron estudios de suelos con extracción de muestras en dos puntos de la calle no pavimentada Almirante Brown, paralela a 2 cuadras de la Av. 9 de Julio con resultados convincentes de acuerdo a lo esperado y que pasaremos a replicar en éste documento.

V.1.3. Extracción de muestras

La correcta extracción de las muestras implica posteriormente una correcta determinación de las características físicas. Dependiendo del tipo de ensayo se extraen muestras alteradas o inalteradas, teniendo en cuenta todos los recaudos que sean convenientes desde el momento que se extrae hasta llevarlo al laboratorio para conservar la humedad in-situ. Se extrajeron muestras en 2 puntos representativos de la calle Almirante Brown (ver foto V.1).

La extracción de las muestras se realizó mediante pala posteadora y barreno, en campo se clasificó por su color y textura, inmediatamente después fueron conservadas e identificadas en bolsas de plástico hasta llevarlo al laboratorio.

Los ensayos en el Laboratorio de Geotecnia de la facultad de ingeniería, con la ayuda del laboratorista Zampa Cristian.



Figura V.1. Lugares de extracción de las muestras. (Fuente: “Optimización de la av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas”)

V.1.4 Clasificación según H.R.B.

Para clasificar el tipo de suelo se utilizó el método H.R.B que es de uso exclusivo para construcciones viales, siguiendo las especificaciones de la norma de ensayo de VN-E4-84. El método en primera instancia diferencia al suelo en dos grandes grupos:

- Suelo fino: cuando el 35% o más del suelo seco pasa por el tamiz #200 (0,074mm).
- Suelo granular: cuando el 35% o más del suelo seco es retenido por el tamiz #200 (0,074mm). Dependiendo de los límites de Atterberg los divide en diferentes grupos variando desde el A-1 al A-7.

Tabla V.1. Clasificación del tipo de suelo. (Fuente: Normas de ensayo de Vialidad Nacional).

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3					A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- - 35 máx				- - 36 mín			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	-		-	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín 11 mín	40 máx 10 máx	41 mín 10 máx	40 máx 11 mín	41 mín (2) 11 mín
Constituyentes principales	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

(1): No plástico
(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30
El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30



V.1.4.1. Lavado de tamiz #200

Se procedió siguiendo las especificaciones de la norma de ensayo VN-E1-65, la cual permite determinar el porcentaje de suelo seco que pasa por el tamiz #200. El límite es del 35% lo que permite diferenciar si se trata de un suelo fino o granular.

V.1.4.2. Límite de Atterberg

Límite líquido: Es el contenido de humedad existente en un suelo, expresado en por ciento del peso del suelo seco, en el límite entre el estado plástico y el estado líquido del mismo. Este límite se define arbitrariamente como el contenido de humedad necesario para que las dos mitades de una pasta de suelo de 1 cm. de espesor fluya y se unan en una longitud de 12 mm aproximadamente en el fondo de la muesca que separa las dos mitades, cuando la cápsula que la contiene golpea 25 veces desde una altura de 1cm. a la velocidad de 2 golpes por segundo (Fig. 18).

Límite Plástico: Es el contenido de humedad existente en un suelo, expresado en por ciento del peso de suelo seco, en el límite entre el estado plástico y el estado sólido del mismo. Este límite se define arbitrariamente como el más bajo contenido de humedad con el cual el suelo al ser moldeado en barritas cilíndricas de menor diámetro cada vez comienza a agrietarse cuando las barritas alcanzan a tener 3 mm. de diámetro.

Índice de plasticidad: El índice de plasticidad de un suelo es la diferencia numérica entre los valores del límite líquido y el límite plástico de un mismo suelo, indicando el margen del contenido de humedad en el cual es trabajable un suelo arcilloso.

V.1.4.3. Resultados

Obtenidos los valores del porcentaje de pasa tamiz #200 y los límites de Atterberg, se procede a clasificar el suelo según el método H.R.B.



Tabla V.2. Resultados de las muestras. (Fuente: “Optimización de la av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas”)

RESULTADOS									
Muestra N°	Prof. (cm)		Wn %	#200 %	LL %	LP %	IP %	IG	Clasificación HRB
	desde	hasta							
P1 M1	20	45	14,21	72,51	33,9	15,3	18,6	11	A-6(11)
P2 M1	0	45	20,58	75,61	44,0	18,1	25,9	19	A-7-6(19)

La clasificación dio como resultado que se tratan de suelos arcillosos con muy baja valoración para obras viales.

V.1.5 Ensayos de compactación

La compactación se mide cuantitativamente mediante la densidad seca máxima. El proceso de compactación permite la expulsión de aire presente en el suelo a través del aporte de energía mecánica, permitiendo a las partículas estar más unidas firmemente entre sí, lo que implicaría un incremento de la resistencia mecánica, disminuyendo la permeabilidad y su deformación.

Al compactar un suelo intervienen varios factores como ser la humedad y la energía de compactación. Si a un suelo con cierto porcentaje de humedad inicial se le aporta una misma energía de compactación a medida que se va incrementando el contenido de humedad a razón del 2% o 3%, este presenta un aumento en su peso específico, pero llegara a un punto en el cual el agua empieza a ocupar parte del suelo lo que implica una disminución del mismo, en este punto la densidad seca es máxima por la tanto la humedad es óptima para la compactación(ver fig. V.2).

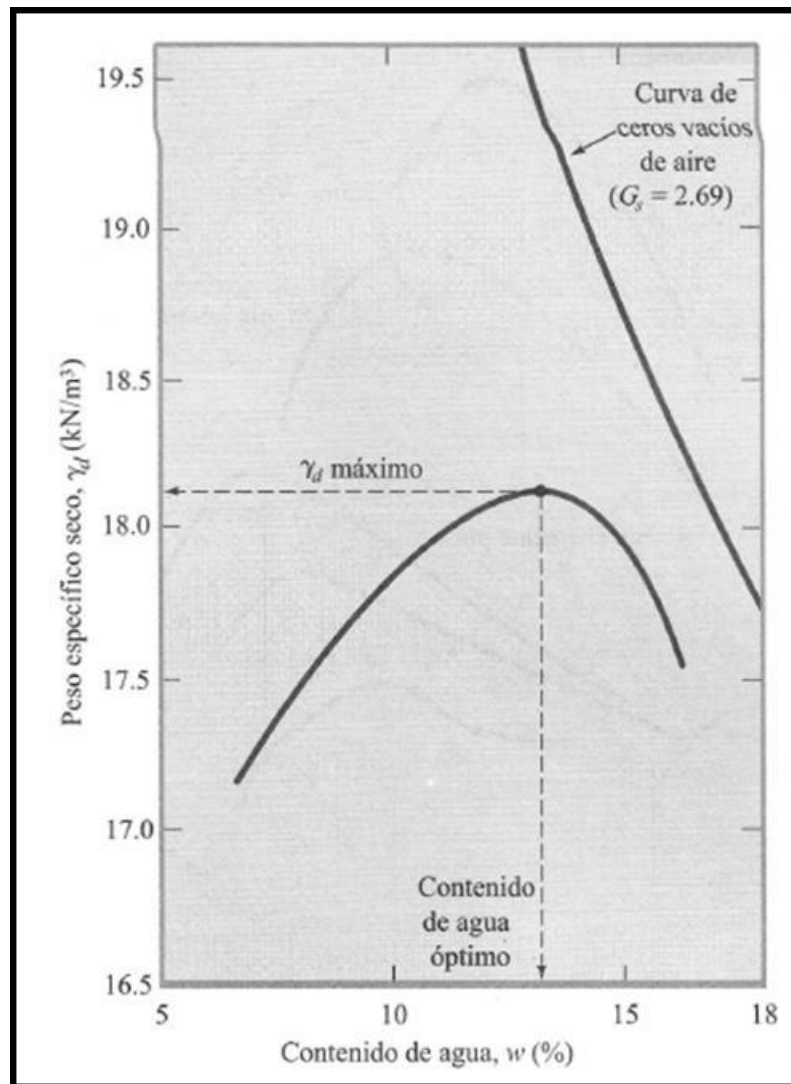


Fig. V.2. Ensayo Proctor estándar de suelo arcilloso. (Fuente: Braja M. Das, 2001).

El ensayo se realizó en el laboratorio de geotecnia de la Facultad de Ingeniería siguiendo las especificaciones de las normas de ensayo VN-E5-93. Tratándose de un suelo fino corresponde realizar un ensayo Proctor estándar.

Los resultados obtenidos del pozo 1 son los siguientes:

- Peso específico seco (γ_s) = 1,83 g/cm²
- Humedad óptima (w) = 14,5%

Los resultados obtenidos del pozo 2 son los siguientes:

- Peso específico seco (γ_s) = 1,74g/cm²
- Humedad óptima (w) = 19%



V.1.6 Ensayo de valor soporte relativo e hinchamiento

La norma de ensayo de VN-E6-84 detalla los procedimientos a llevarse a cabo para la ejecución del ensayo de valor soporte relativo e hinchamiento, no se realizó por falta de tiempo y equipamiento. Al ser un estudio a nivel de anteproyecto, se determinó el valor soporte relativo en función del índice de grupo, este se obtiene mediante relaciones empíricas, el resultado es un valor estimativo de orientación y gran utilidad para proseguir con el dimensionamiento.

Mediante el asesor técnico el Dr. Celestino L. Ruiz de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, en la revista Clasificación de Materiales para Subrasantes del HRB (1966), apoyándose en el trabajo del Ingeniero R.E. Livingston del estado de Colorado de los EE. UU. Establece una relación aproximada entre el IG y el VSR, teniéndose en cuenta que esta relación es válida para el 100% de la densidad seca máxima y humedad óptima. (Fig. V.3).

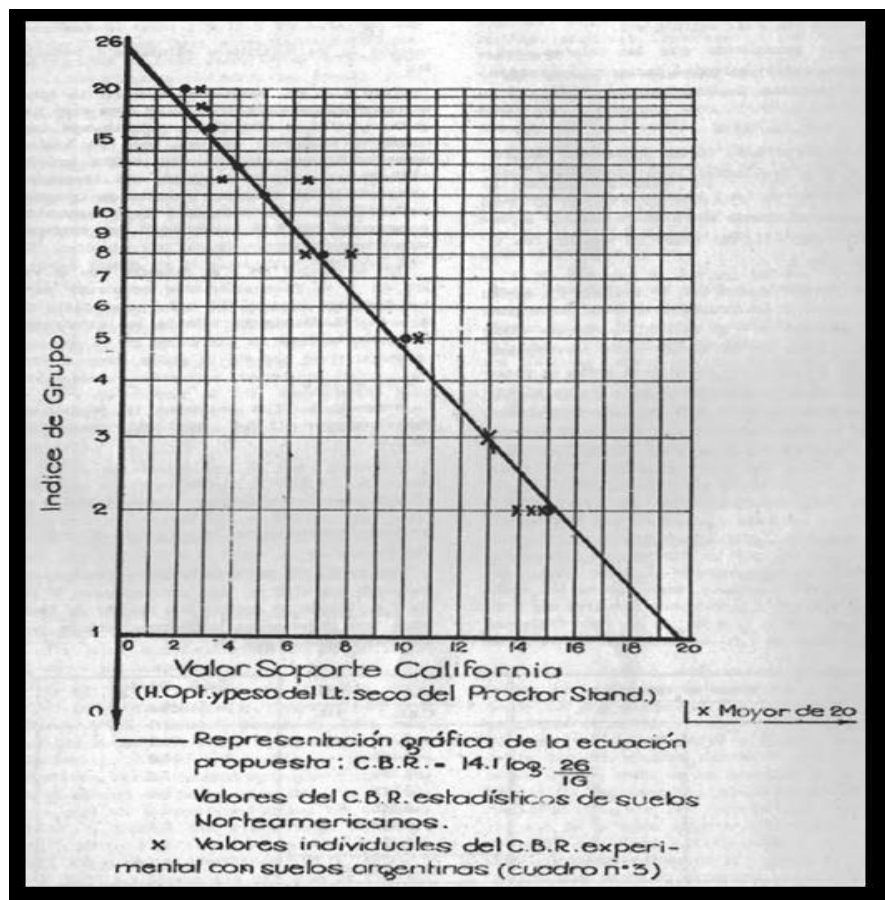


Fig. V.3. Correlación entre IG y VSR. (Fuente: Clasificación de Materiales para Subrasantes del HRB, Año 1966).



En función de las muestras extraídas se proceden a realizar las correlaciones.

Tabla V.2: Relación entre el IG y VSR. (Fuente: "Optimización de la av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas")

CORRELACIONES					
Muestra N°	Prof. (cm)		IP	IG	VSR
	desde	hasta	%		%
P1 M1	20	45	18,6	11	5
P2 M1	0	45	25,9	19	2

Según las especificaciones técnicas del pliego de la DNV (B.III2.1), el suelo deberá cumplir con las siguientes características:

- VSR mayor o igual a 3.
- Hinchamiento menor o igual a 2,5% (con sobrecarga de 4,5 kg.)
- Índice de plasticidad menor a 25.

El suelo extraído del pozo n°2 no cumple con las especificaciones técnicas, se procederá a mejorarlo agregándole un porcentaje de cal.

V.1.7 Suelo mejorado con cal

Debido a las malas condiciones portantes para obras viales del suelo estudiado, se tiene en cuenta una posible necesidad de mejorar el suelo bajo la avenida en estudio para que sirva de sub base y/o base del nuevo paquete estructural.

Al mejorar el suelo con cal se producen modificaciones en sus propiedades como ser:

- la plasticidad
- la susceptibilidad al agua
- cambios volumétricos
- mejora la capacidad portante
- mejora la trabajabilidad



Según el pliego de especificaciones técnicas general, el contenido de cal útil vial (CUV) a incorporar al suelo será mayor del 3% referido al peso de suelo seco, dicho porcentaje dependerá de las modificaciones que se pretenda de las constantes físicas y/o parámetros resistentes del suelo.

Siguiendo las recomendaciones del ingeniero Rolando Biain se debe incorporar un 4% de CUV, para convertirse en un suelo apto para el uso vial.

V.1.8 Conclusiones del estudio de suelo

El conocimiento de la naturaleza del perfil edafológico estudiado nos permite estimar que bajo el tramo en estudio de la Av. 9 de julio se encuentra el mismo tipo de arcilla que en la calle Almirante Brown con baja capacidad portante.

Por lo tanto, es necesario un relevamiento del estado actual del paquete estructural para determinar posibles trabajos en la sub base y/o base de éste y mejorar sus características mecánicas, como puede ser un mejoramiento con cal.

V.2 Topografía

V.2.1 Generalidades

La provincia del Chaco cuenta con cotas IGN de 50 ubicadas al este hasta 250 al oeste. Sin embargo, este cambio de altura se manifiesta en forma progresiva y suave de manera que no se percibe el cambio de altura.

La vía en estudio se encuentra ubicada dentro de la cota 50, en una zona de llanura, por lo que no presenta condiciones topográficas que generen dificultades en el diseño geométrico de la vía, ni elevados costos de movimiento de suelos. Al pertenecer a una zona de escasas pendientes y de elevadas precipitaciones medias, la necesidad que se presenta es el de generar un adecuado escurrimiento de las aguas en la vía.

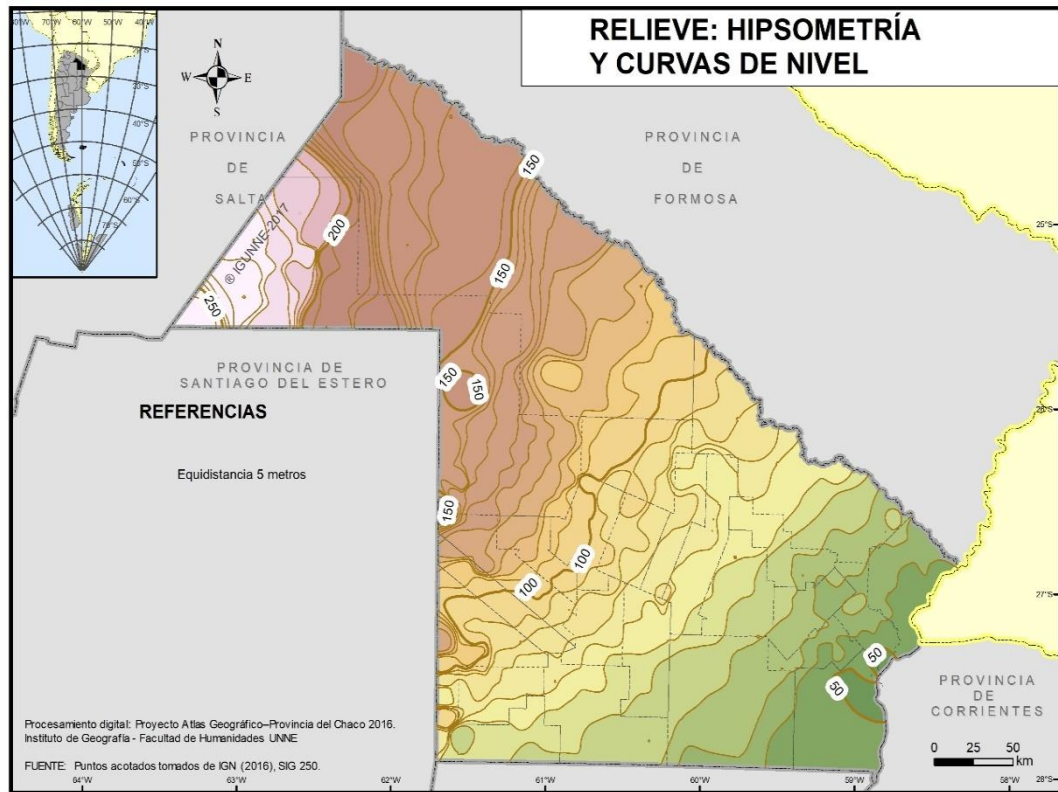


Figura V.4. Curvas de nivel de la provincia del Chaco. (Fuente: <http://obsterritorialchaco.xyz/mapas/view-map/25/ambiente>)

V.2.2 Objetivos

El estudio de la topografía en la vía en estudio tendrá como objetivos:

- Elaborar los perfiles longitudinales y transversales en la vía.
- Proporcionar información para definir la situación actual del drenaje (ver capítulo 7).

V.2.3 Recopilación de información

Para la realización de los perfiles longitudinales y transversales contamos con un plano de cotas MOP de la ciudad de Resistencia proporcionado por el Consejo Federal de Inversiones (CFI) (ver anexo de planos). Dicho plano fue convertido a cotas IGN sumando un valor de 0,556 a las cotas MOP, este valor fue hallado haciendo una



diferencia entre los valores del punto fijo (PF) proporcionado por el Instituto geográfico Nacional (IGN) y relevamientos topográficos propio, con el valor del mismo punto en cota MOP obtenido del plano recolectado.

A simple vista el perfil longitudinal topográfico permite determinar que la naturaleza del mismo no requiere de mayores trabajo de movimiento de suelo y, que al tratarse de zonas con escasas pendientes, si requiere de especial atención en verificar imbornales y la capacidad de conducción de agua en el tramo para que la misma no quede estancada generando anegaciones y dificultades en el tráfico para eventos de lluvia recurrentes.



Figura V.5. Relevamiento topográfico con nivel. (Fuente: elaboración propia)



V.2.4 Elaboración de los perfiles longitudinales

V.2.4.1 Perfil longitudinal de cotas IGN

Se realizó el mismo a partir del plano de cotas MOP brindado por CFI, transformándolas a cotas IGN. El mismo se puede observar en anexo planos, plano N°12.



CAPÍTULO VI

DISEÑO ESTRUCTURAL

VI.1 Generalidades

En la vía en estudio se presentan dos tramos distintos en base al diseño estructural que los componen. Uno es el tramo de la plaza 25 de mayo hasta la calle Delfino-Prof. Portela (ver Foto VI.1) donde le paquete estructural consta de losas de hormigón, al cual luego se produjo un reasfaltado; y el otro tramo va desde la calle Delfino-Prof. Portela hasta la avenida España (monumento Los Constituyentes) (ver figura VI.1).

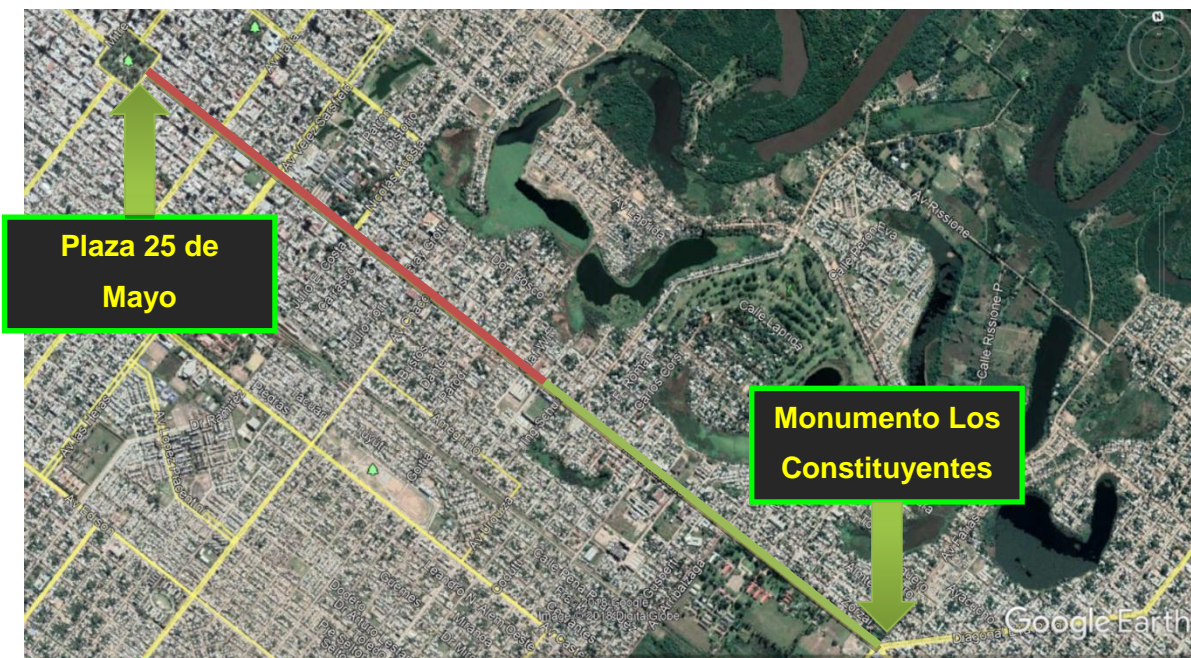


Figura VI.1. Visualización de los dos tramos comprendidos en la vía. (Fuente: Google Earth)

En el tramo comprendido desde la avenida España hasta la calle Delfino-Prof. Portela, la estructura de rodamiento consta de losas de hormigón H-30, algunas en mal estado (ver foto VI.2) lo que provoca disminución del confort del usuario debido a los



ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO

UNNE-Facultad de ingeniería-2018

saltos que se provocan en particular a los pasajeros de los colectivos, y que a su vez reducen la velocidad de circulación de los vehículos particulares y ejercer maniobras para evitar los saltos bruscos en el vehículo.

En el otro tramo que va desde la plaza 25 de Mayo hasta calle Delfino-Prof. Portela, la estructura constaba con losas como el anterior tramo, pero posteriormente se realizó un reasfaltado (años 2014 a 2016) (ver foto VI.3), mejorando en demasía el confort del usuario y circulación de los vehículos.



Figura VI.2. Daños en calzada en avenida 9 de Julio altura 2300-2500. (Fuente: elaboración propia)



Figura VI.3. Reasfaltado entre los años 2014 y 2016. (Fuente: Google Maps)

A partir de lo anterior y de no contar con los datos actuales de la estructura del paquete, surge las alternativas de:

1) Debido al diseño del metrobús seleccionado en el capítulo 3, los colectivos circularan por el medio de la calzada, es conveniente hacer una carpeta de rodamiento rígido en los carriles centrales, y reforzado en las paradas, debido a que tiene un menor mantenimiento y es durable en el tiempo por las cargas que transmiten los colectivos. Tiene la desventaja de extraer el asfalto en la parte central de la calzada, dejando el asfalto en los carriles de vehículos particulares, completando el reasfaltado en toda la vía para el confort del usuario. También se debe considerar el reemplazo de las losas dañadas en el tramo no reasfaltado. Se sugiere un paquete rígido en toda la vía por el menor mantenimiento que requiere. La desventaja es el alto costo que conlleva.

2) Dejar el asfaltado nuevo existente, sin hacer el refuerzo en las paradas, en el tramo de la plaza hasta la avenida chaco; realizar el arreglo en



las partes con abollamiento del asfalto y de las losas rígidas en el otro tramo igual que la alternativa anterior.

- 3) Realizar un paquete de pavimento rígido reforzado en la zona de paradas, una longitud de 30m y dejar el reasfaltado existente en el resto y reparar las losas dañadas en la zona no reasfaltada

Todas las alternativas constan además de la extracción del cantero central en ciertas partes de la vía, se deberán incluir los canteros nuevos y agregar en los tramos, el paquete estructural correspondiente por el ensanchamiento de la avenida (sub rasante-sub base-base-asfalto para pavimento flexible; sub rasante-sub base- losas para pavimento rígido), debido al diseño de metrobús adoptado.

Para el presente trabajo se seleccionó como la alternativa más apropiada la numero 1

VI.1.1 INTERFASE PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE

Un pavimento, al cual se puede definir como sistema multicapa (paquete estructural del camino formado por capas de diferentes espesores y materiales) debe actuar solidariamente, para lo cual la relación íntima entre sus componentes es de fundamental importancia, permitiendo que las solicitaciones generadas por el tránsito y las climáticas sean disipadas en el sistema (capas que conforman el pavimento) y no a través del comportamiento individual de cada capa.

La problemática de la falta de adherencia radica fundamentalmente en una disminución significativa del momento de inercia con respecto a un pavimento con buena adherencia entre sus capas, lo que causa la disminución de la rigidez, de la capacidad estructural y un aumento de las deflexiones observables.



Cuando la adherencia entre capas es escasa, la carpeta de rodamiento suele fisurarse de manera temprana ante las sollicitaciones del tránsito debido al consumo de energía interna del material. Esta falta de vínculo se traduce en una mala o nula distribución de tensiones en el espesor total del pavimento (ver figura VI.4)

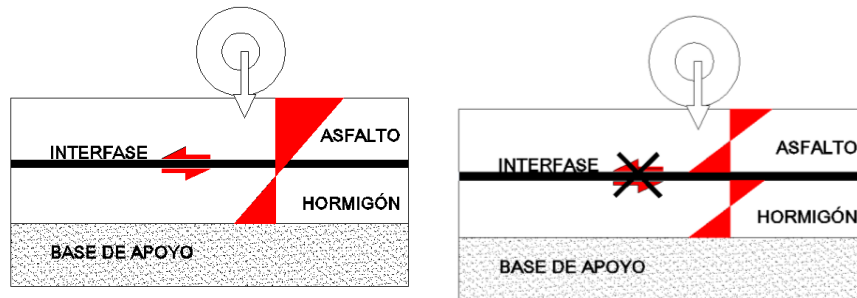


Figura VI.4. Resistencia del sistema multicapas: izquierda, capas adheridas y derecha, capas sin adherir.
(Fuente: "INTERFASE HORMIGÓN ASFALTO CON INTERPOSICIÓN DE GEOSINTÉTICO, EN LA RESTAURACIÓN DE PAVIMENTOS "UTN. Ing. Delbono)

Por ello se recomienda para la avenida en estudio generar una buena adherencia entre capas, por satisfacer las condiciones de cargas y durabilidad del pavimento

VI.2 DIMENSIONAMIENTO PAVIMENTO RÍGIDO

Al no contar con datos actuales del paquete estructural de la vía, se realizará el dimensionamiento del espesor de pavimento en la calzada mediante el diseño estructural que propone la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Una vez dimensionado se procederá a verificar con la metodología de la Portland Cement Association (PCA).

En el caso de la vía en estudio al circular tránsito de colectivos por el medio de la calzada utilizaremos losas de hormigón H-30 el cual está formado por varias capas, la superior presenta la carpeta de rodamiento, el cual cuenta con gran rigidez y alto módulo



de elasticidad, permitiendo una distribución de los esfuerzos en áreas mayores y a su vez reduciendo la transmisión de los mismos a las capas inferiores, brindando así mayor resistencia y durabilidad. Se elige pavimento rígido por motivo de su gran resistencia a los esfuerzos tangenciales que genera la aceleración y desaceleración de los colectivos en las paradas donde ocurre reiterativamente. Las losas se encuentran apoyadas en toda su superficie sobre el terreno, y tienen alta capacidad para resistir las condiciones meteorológicas siempre y cuando las juntas estén en buenas condiciones para evitar el ingreso de las aguas hacia las estructuras inferiores y su deterioro.

La carpeta de rodamiento se apoya sobre una base o subbase y ésta sobre la subrasante u otra alternativa es que la carpeta puede apoyarse directamente sobre la subrasante. La función de la base es prevenir el bombeo de suelos de granos finos, siendo obligatoria cuando la combinación de suelo, agua y tráfico pueden generar bombeo. La subrasante tiene la función de dar un apoyo uniforme, sin que se den cambios bruscos en el valor soporte, debe brindar un apoyo estable sin tener tanta importancia en la capacidad de soporte. Una buena condición de estas estructuras evita la aparición de fisuras en el pavimento rígido y aumentan su durabilidad.

El pavimento adoptado tiene la ventaja de que su color claro incrementa su visibilidad en la noche y al presentar gran rigidez no son necesarios grandes espesores para distribuir cargas a las capas inferiores.

VI.2.1 Procedimiento de cálculo

Para determinar el espesor de la losa de hormigón el procedimiento de la AASHTO, se apoya en el uso de una ecuación empírica desarrollada por la observación de algunos pavimentos estudiados durante ensayos sobre carreteras



$$\begin{aligned} \log(ESAL's) = & Z_r * S_0 + 7,35 + \log(D - 1) - 0,06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 * 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} \\ & + (4,22 - 0,32 * Pt) * \frac{\log x (MR * Cd * (D^{0,75} - 1,132))}{215,63 * J * \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{\left(\frac{EC}{k}\right)^{0,25}} \right]} \end{aligned}$$

- ESAL's: ejes equivalentes de 18.000 libras, totales para los 20 años de vida útil de diseño
- Z_R : desvío normal estándar.
- S_0 : desvío estándar global de la predicción del tránsito y desempeño.
- D : espesor de la losa de hormigón.
- ΔPSI : pérdida de serviciabilidad.
- Pt : serviciabilidad final.
- M_R : módulo de rotura del hormigón.
- Cd : coeficiente de drenaje.
- J : coeficiente de transferencia de cargas.
- Ec : módulo de elasticidad del hormigón.
- k : módulo compuesto de reacción de la subrasante.

VI.2.2 Determinación de los ejes equivalentes (ESAL's)

Las dimensiones, pesos y cantidad de ejes son una variable del tránsito, cada tipo de vehículo produce diferentes tensiones y deformaciones al pavimento. Para poder cuantificar el daño, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) o ESAL (Equivalent Single Axle Load), de tal manera que el



efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

Se hizo la separación del tránsito de los colectivos con respecto a los demás vehículos, por el hecho que los mismos van a transitar en el carril central, y los demás por los carriles laterales.

Para la determinación de los factores de equivalencia de cargas, se utilizan los de la DNV, incrementados en un 50% para trabajar con pavimentos rígidos de pavimentos rígidos.

Tabla VI.1a. Factor de daño según el tipo de vehículo circulante por carriles laterales. (Fuente: elaboración propia)

Tipos de vehículos	N° de ejes	Factor de daño	Factor mayorado 50%	Cantidad de vehículos	Porcentaje	Fe
Automóviles	2	0,01	0,015	619	65,30%	0,01959
Pick-ups y otros utilitarios	2	0,01	0,015	242	25,53%	0,00766
Camiones sin acoplado	2	0,6	0,9	4	0,42%	0,0756
Totales				948	100%	0,1029



Tabla VI.1b: Factor de daño según el tipo de vehículo circulante por carril central. (Fuente:
elaboración propia)

Colectivos	2	0,07	0,105	83	8,75%	0,01838
------------	---	------	-------	----	-------	---------

El factor de equivalencia obtenido para los carriles laterales es $F_e = 0,1029$

El factor de equivalencia obtenido para los carriles centrales es $F_e = 0,01838$

Para obtener la cantidad de vehículos involucrados, se realizó un censo de clasificación (ver Cap. 2 Tránsito, Resultado de los censos). El TMDA corresponde al proyectado separando el tránsito correspondiente a cada carril.

- TMDA carril central= colectivos + emergencias= $8,76 * 31.513 + 1,06\% * 31.513$

TMDA carril central=3093 veh/día

- TMDA carril lateral= automóviles + motos+ camiones livianos=
 $(69,75\% + 20,01\% + 0,42\%) * 31.513$

TMDA carril lateral= 28.420 veh/día

Para determinar el número de ejes equivalentes ESAL's en los carriles se utiliza la siguiente expresión:

$$ESAL = 2,2 * 0,5 * F_e * F_n * 365 * n * TMDA$$

Dónde:



- El coeficiente 2,2 hace referencia a la conversión de 8,2 t a 10,5 t utilizado en Argentina, haciendo referencia a la relación entre ejes;
- El coeficiente Fe, se denomina factor de camión y produce la conversión a un vehículo tipo de un eje de 18000 lbs patrón;
- El término Fn se denomina factor de carriles, y tiene en cuenta el número de carriles por trocha según Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”. Se adoptó 0,8 para los carriles laterales y 1 para el carril central
- El término n hace referencia a la vida útil de la obra, 20 años en nuestro caso;
- El TMDA de diseño correspondiente a cada carril

Dando como resultado un valor de:

$$ESAL_{cc} = 2,2 * 0,5 * 0,01838 * 1 * 365 * 20 * 3.093 = 0,46 * 10^6$$

$$ESAL_{cl} = 2,2 * 0,5 * 0,1029 * 0,8 * 365 * 20 * 28.420 = 18,8 * 10^6$$

Se procede a dimensionar los carriles laterales por encontrarse en peores condiciones que el carril central

VI.2.3 Cálculo del módulo Resiliente (Mr)

El suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural se llama subrasante. Las propiedades naturales de los mismos son una variable de entrada



fundamental en el diseño y se la determina mediante este módulo. Este valor sirve en reemplazo del valor soporte (CBR) y es una propiedad cuantifica mejor cómo se comporta el suelo bajo cargas dinámicas.

Este valor puede determinarse mediante ensayos en laboratorio del tipo triaxial dinámico, como así también “in situ”, mediante la medición de deflexiones dinámicas o mediante propagación de ondas bajo cargas representativas del tránsito real.

Se utilizará una correlación empírica descriptas en el manual AASTHO 1993, que vincula al módulo con el CBR, por no contar con los valores de un ensayo realizado. Con el mejoramiento realizado al suelo mediante el uso de cal el valor del CBR aumenta de 5% a un 6 %.

Tomando un CBR de 6 %

$$MR = 1.500 \times CBR \text{ (por ser } CBR < 10\%)$$

$$Mr = 1.500 \times 6 = 9000 \text{ psi.}$$

Se adopta suelo cal al 6%, 20cm de espesor

VI.2.4 Cálculo de pérdida de serviciabilidad (ΔPSI)

La serviciabilidad de un pavimento se define como la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual fue diseñado. Este índice varía entre 0 (pésimas condiciones) y 5 (perfecto). Para el diseño se deben elegir la serviciabilidad inicial y final de la vía. Los valores recomendados según la AASHTO 1993 son:

Serviciabilidad inicial (está en función del diseño de pavimento y la calidad de construcción):



po= 4,5 Para pavimentos rígidos.

po= 4,2 Para pavimentos flexibles.

Serviciabilidad final (está en función de la categoría del camino)

pf= 2,5 o más para caminos muy importantes

pf= 2 para caminos con menor tránsito.

Los valores adoptados para cada caso son **po**= 4,5 y **pf**= 2,5. Dando como resultado una pérdida de serviciabilidad:

$$\Delta PSI = p_o - p_f = 4,5 - 2,5 = 2$$

VI.2.5 Determinación de la confiabilidad (R)

La confiabilidad es la probabilidad de que el sistema estructural cumpla con su función prevista durante su vida útil, bajo las condiciones de medio ambiente que suceden durante ese lapso.

Seleccionar el nivel apropiado de confiabilidad depende del uso que se espera se dé al pavimento. Subdimensionar tendrá consecuencias más graves en un pavimento donde se espera un gran volumen de tránsito y como consecuencia alcanzará los niveles de serviciabilidad mínimos antes de lo previsto e incrementando el costo de la obra por las reparaciones y demoras.

Para obtener un nivel de confiabilidad alto implica se debe realizar un mayor costo inicial, pero pasará más tiempo sin necesitar reparaciones aumentando la durabilidad, por lo tanto, se disminuyen los costos por mantenimiento.



Se adopta un nivel de confiabilidad óptimo en el cual la suma de costos iniciales y de mantenimiento sean mínimos.

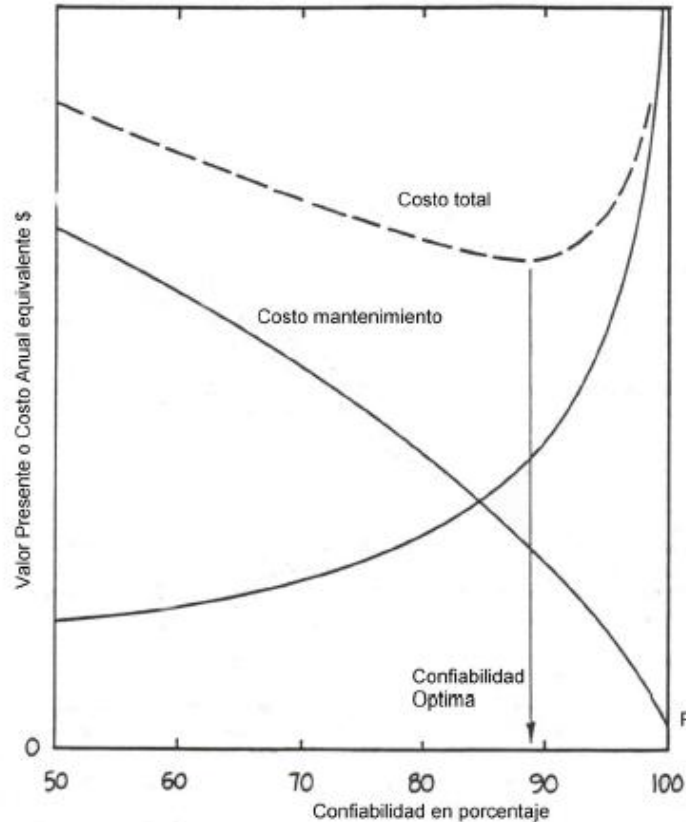


Figura VI.5. Confiabilidad óptima. (Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”).

Se presentan los niveles de confiabilidad recomendados por AASHTO 1993, considerándose una arteria principal y de zona urbana. Tabla VI.2

Tabla VI.2. Niveles de confiabilidad recomendados (Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”).

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80



Se adopta nivel de confiabilidad (R) = 85 %

VI.2.6 Determinación del desvío Estándar (So)

El desvío estándar es una medida de la variabilidad de los datos, su desvío con respecto a un valor medio de la serie. AASTHO 1993 recomienda para pavimentos rígidos un desvío estándar de 0,34 en el caso de que se considere la varianza del tránsito a futuro y un valor de 0,39 en caso de que no sea considerado.

Se adopta un desvío estándar So = 0,39

VI.2.7 Cálculo del módulo compuesto de reacción de la subrasante/base (Kcomb)

Al incorporar más capas a la composición de la estructura se producirá un incremento en la capacidad de soporte, que se debe tener en cuenta en el diseño. Teniendo en cuenta el suelo que servirá de subrasante, se propone una base de relleno de densidad controlada (RDC) con un espesor de 20 cm, con 150 kg de cemento por metro cúbico y una resistencia a la compresión simple a los 7 días mayor o igual a 20kg/cm².

Las bases de mezclas de agregados con cemento presentan un módulo de elasticidad que oscilan entre los 1.000.000 – 2.000.000 psi .Tabla VI.3.

Tabla VI.3 Rangos típicos de factores de pérdida de soporte según tipo de material. (Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”).

Tipo de material	Módulo de elasticidad ó módulo resiliente [psi]	Factor de pérdida de soporte
Base granular tratada con cemento	1,000,000 – 2,000,000	0.0 – 1.0
Mezclas de agregado con cemento	500,000 – 1,000,000	0.0 – 1.0
Base tratada con asfalto	350,000 – 1.000,000	0.0 – 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas	40,000 – 300,000	0.0 – 1.0
Limo estabilizado	20,000 – 70,000	1.0 – 3.0
Material granular	15,000 – 45,000	1.0 – 3.0
Subrasante natural	3,000 – 40,000	2.0 – 3.0



En este caso se adoptó 750.00 psi como módulo de elasticidad de la base y con los valores del módulo resiliente y el módulo de elasticidad, ingresando en el ábaco de la figura VI.6, se obtiene el módulo de reacción combinado (K_{comb})

Example:

$$D_{SB} = 6 \text{ inches}$$

$$E_{SB} = 20,000 \text{ psi}$$

$$M_R = 7,000 \text{ psi}$$

$$\text{Solution: } k_{\text{so}} = 400 \text{ pci}$$

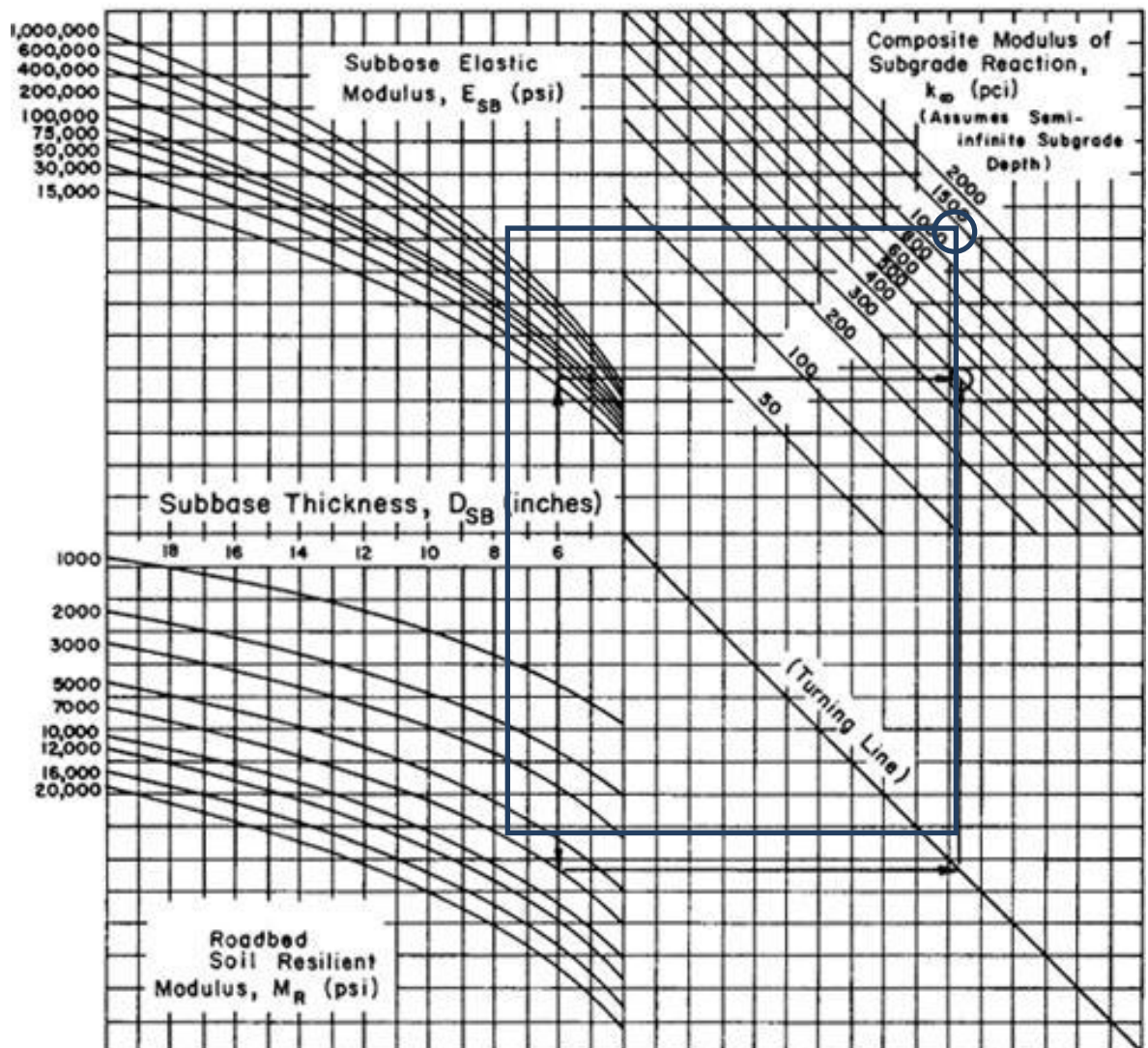


Figura VI.6. Ábaco para estimar el módulo compuesto de reacción de subrasante. (Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993").



Del ábaco se obtuvo un $K_{\infty} = 1000$ pci.

VI.2.8 Cálculo del módulo de reacción efectivo de la subrasante (K)

Debe ajustarse el módulo de reacción de la subrasante para considerar la pérdida de soporte (LS) de la subbase por erosión.

Este factor es incluido en el diseño de pavimentos rígidos y se obtiene gráficamente ingresando en la figura VI.3, dependiendo del tipo de material se adopta un valor de LS, que para este caso oscila entre, 0 y 1.

Se adopta LS = 1

Se ingresa a la tabla con el valor de LS y el K, se ingresa en el ábaco de la figura VI.7 y se determina el valor del módulo de reacción efectivo de la subrasante.

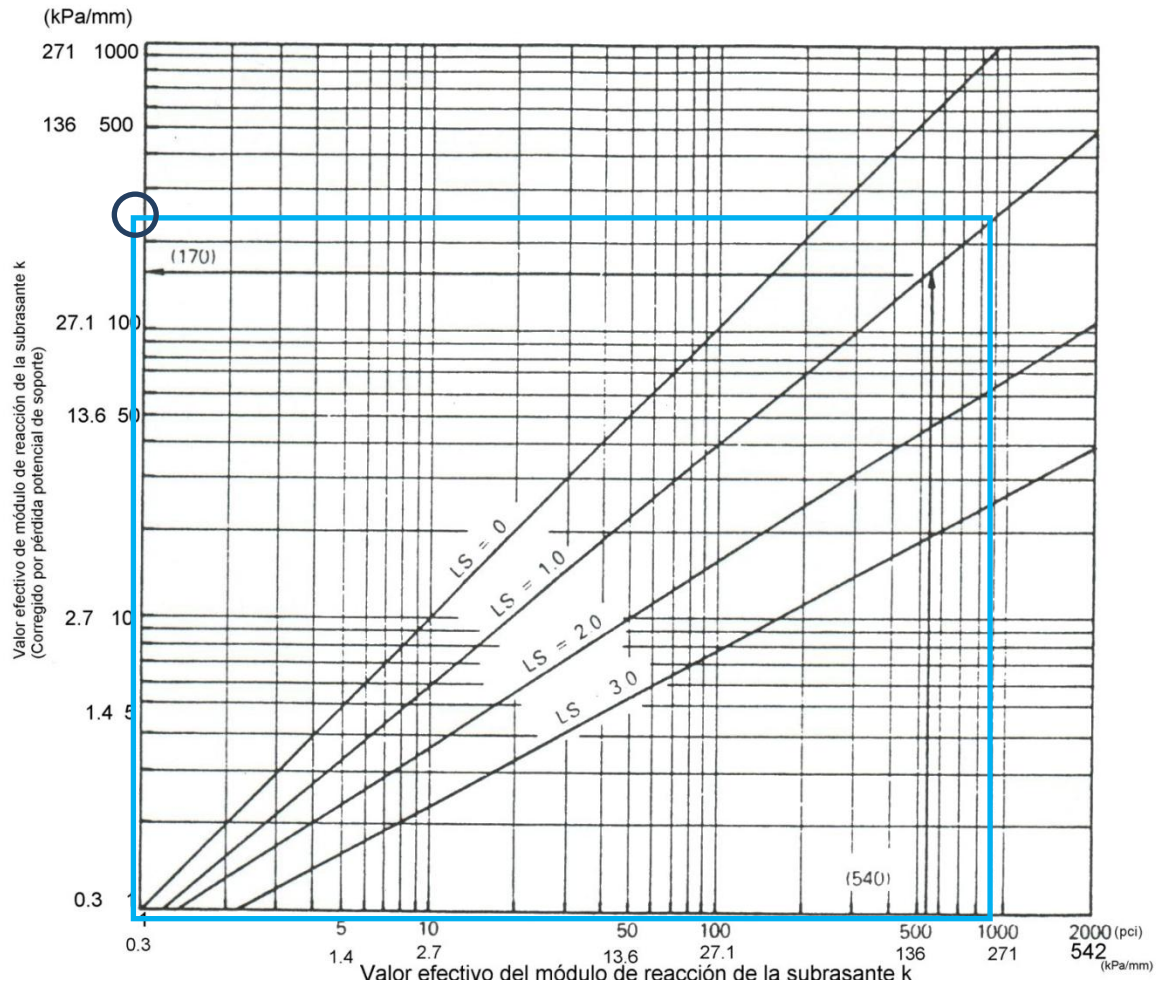


Figura VI.7. Corrección del módulo de reacción por pérdida de soporte. (Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”).

Se obtuvo un **módulo de reacción combinado subrasante/base corregido o efectivo igual a 67,88 kPa/mm.**



VI.2.9 Cálculo del módulo de elasticidad del hormigón (E_c)

La guía AASHTO recomienda el empleo de la relación propuesta por el American Concrete Institute entre la resistencia a compresión simple y el módulo de elasticidad. Donde f'_c es la resistencia a la compresión simple, que para un hormigón tipo H-30 es de 30 Mpa.

$$E_c = 4730 * \sqrt{f'_c} \text{ [MPa]}$$

En donde f'_c es la resistencia a la compresión simple, que para un hormigón tipo H-30 es de 30 Mpa.

$$E_c = 4730 * \sqrt{30 \text{ MPa}} = 25907 \text{ MPa}$$

$$E_c = 25907 \text{ MPa} = 3757400 \text{ psi}$$



VI.2.10 Módulo de rotura del hormigón (MR)

La guía AASHTO propone la determinación del módulo de rotura, utilizando la relación entre los valores de resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción por flexión. Se utilizará una fórmula que refleja los valores obtenidos para hormigones elaborados en Argentina.

En donde:

- MR: resistencia a la tracción por flexión o módulo de rotura.
- f^c : resistencia a la compresión del hormigón.

Para un hormigón H-30:

$$f^c = 30 \text{ MPa} = 4351 \text{ psi} = 305 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_r = MR = 2,58 * \left(305 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)^{0.5} = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_r = MR = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$$

VI.2.11 Cálculo del coeficiente de transferencia de carga (J)

Se deben transmitir las cargas del tránsito de una manera eficiente de una losa a la siguiente, esto se logra con juntas cuyo objetivo es reducir las deflexiones. Estas al ser excesivas generan bombeo de la subbase y una posterior fisuración. La transferencia de cargas se puede materializar mediante trabazón entre agregados, o con el uso de barras



pasadoras o pasajuntas. Este factor tiene en cuenta la transferencia de cargas a través de las juntas y fisuras.

Con un pavimento rígido con juntas y cordones laterales, que ofrecen un soporte lateral, se ocupa para materializar las juntas pasadores de acero liso y un “ESAL en millones 10-30”. Siguiendo las recomendaciones dadas por el Manual de AASHTO .Tabla VI.4.

Tabla VI.4. Coeficiente de transferencia de carga (Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”).

Soporte lateral	Si	No	Si	No	Si	No	Tipo
ESALs en millones	Con pasadores con o sin refuerzo de temperatura		Con refuerzo continuo		Sin pasadores (fricción entre agregados)		
Hasta 0.3	2.7	3.2	2.8	3.2	-	-	Calles y caminos vecinales
0.3 – 1	2.7	3.2	3.0	3.4	-	-	
1 – 3	2.7	3.2	3.1	3.6	-	-	
3 – 10	2.7	3.2	3.2	3.8	2.5	2.9	Caminos principales y autopistas
10 – 30	2.7	3.2	3.4	4.1	2.6	3.0	
más de 30	2.7	3.2	3.6	4.3	2.6	3.1	

Se obtiene el valor de transferencia de carga de 2,7. (J=2,7)

VI.2.12 Cálculo del coeficiente de drenaje (Cd)

Se analiza el drenaje considerando el efecto del agua sobre las propiedades de las capas de pavimento y los perjuicios sobre la capacidad estructural. Un drenaje adecuado incrementa la capacidad portante de la subrasante (el módulo resiliente aumenta, cuando disminuye el contenido de humedad), mejorando la calidad del camino y permitiendo el uso de capas más delgadas.



Puede clasificarse la calidad del drenaje de la estructura según cuanto tiempo que demora en drenar al agua (ver tabla VI.5).

Tabla VI.5. Tiempos de drenajes recomendados. (Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”).

Calidad de drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	Mas de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mucho mas de 10 horas

Tabla VI.6. Coeficiente de drenaje para pavimentos rígidos. (Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”).

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

Se observan los valores recomendados para el coeficiente de drenaje (Cd), que depende de la propiedad de las capas que constituyen la estructura de pavimento para liberar el agua entre sus granos. Tabla VI.6. Como se utiliza una subrasante de suelo cal, el suelo presenta buena capacidad de drenaje

También puede estimarse que la estructura puede estar expuesta a niveles de saturación en un porcentaje de tiempo mayor al 25%. Por lo tanto se adopta de la tabla VI.6, un coeficiente de drenaje igual a 1.

$$Cd = 1,00$$



Tabla VI.7. Resumen de los datos. (Fuente: elaboración propia)

$E_c =$	25,91 GPa = 3757400 psi
$K_\infty =$	1000 pci
Módulo de reacción efectivo de la subrasante	67,88 kPa/mm= 250 pci
$f_r =$	640 psi
$J =$	2,7
$C_d =$	1



$$\log W_{18} = Z_R S_o + 7,35 \log(D+1) - 0,06 + \frac{\log(\Delta PSI)}{1 + \frac{1,625 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 p_i) \log \left[\frac{S_c' C_d (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 J (D^{0,75} - 18,42 (k / E_c)^{0,25})} \right]$$

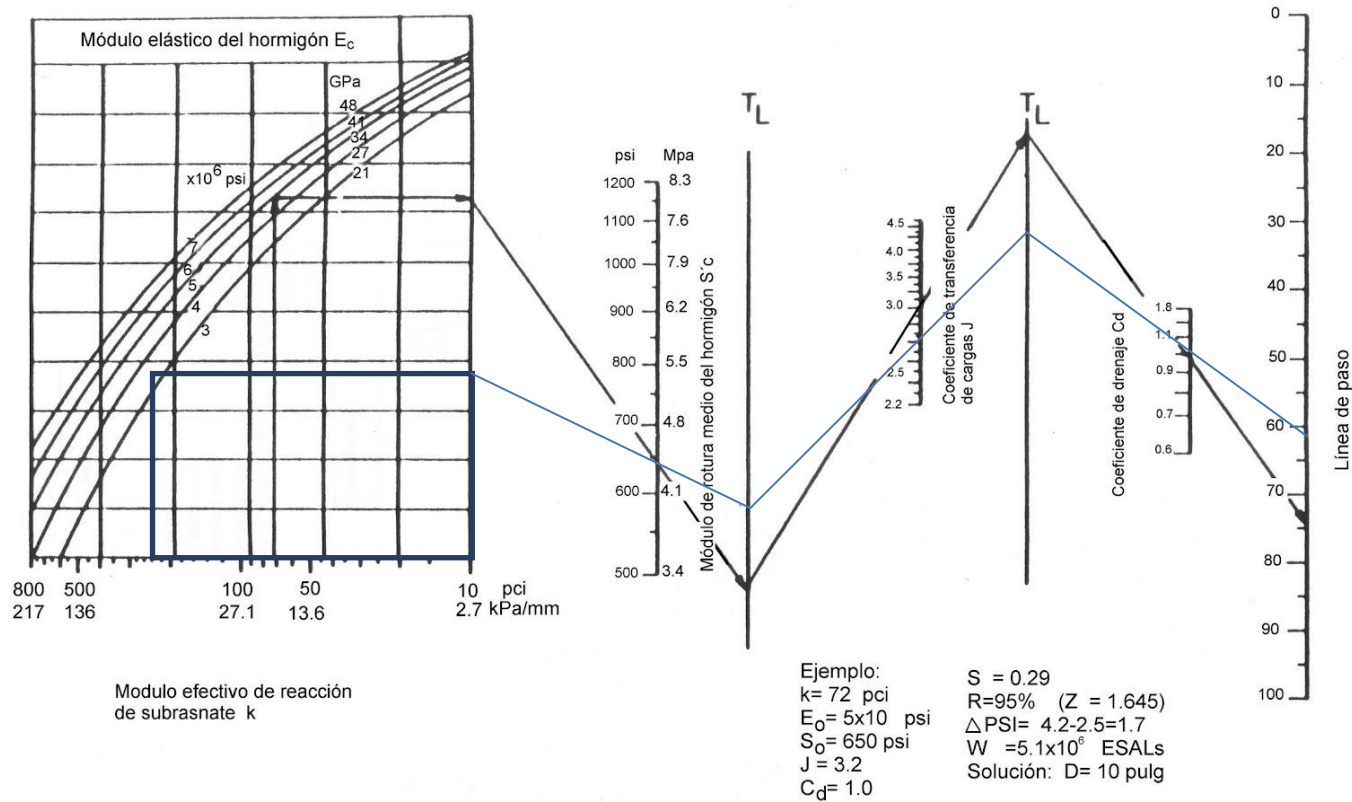


Figura VI.8. Ábaco de diseño de pavimentos rígidos. (Fuente: Guía AASHTO “Diseño de estructuras de pavimentos, 1993”).

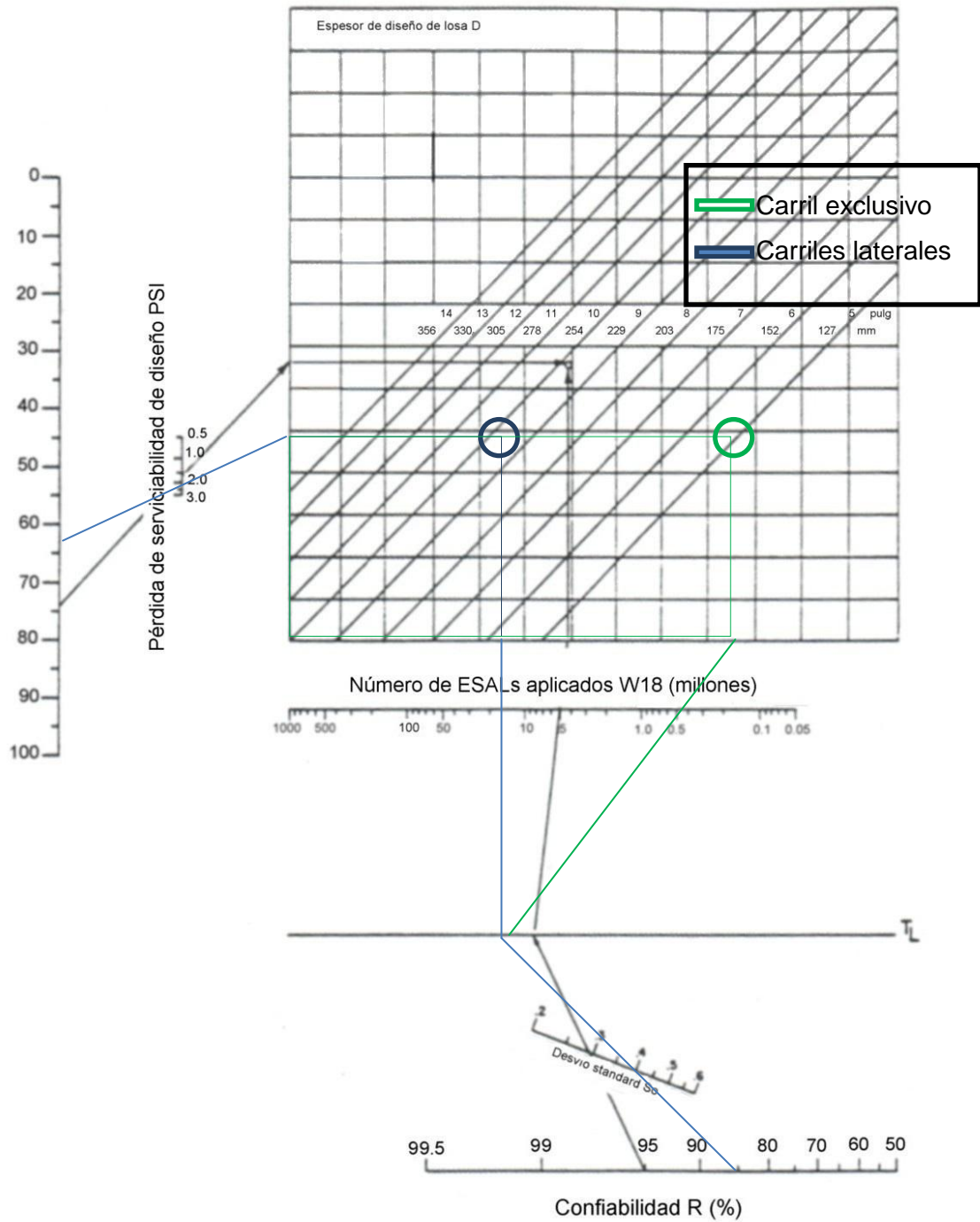


Figura VI.9. Ábaco de diseño de pavimentos rígidos. (Fuente: Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993").



VI.2.13 Número estructural necesario

Con los valores obtenidos anteriormente se procede a utilizar los ábacos de diseños de pavimentos rígidos 9.2-a y 9.2-b de la guía AASHTO 1993 (Fig. VI.8 y VI.9) para determinar el espesor de losa en cada carril.

- **Para la losa de los carriles laterales:**

$$D = 9,75'' = 24,77 \text{ cm}$$

Se adopta $D = 25 \text{ cm}$. Además se realiza un recapado de asfalto para el confort del usuario con geomalla para evitar el reflejo de la fisuración. (ver fig. VI.10a)

- **Para la losa de los carriles centrales:**

$$D = 5'' = 12,7 \text{ cm}$$

Se adopta $D = 15 \text{ cm}$ en el recorrido del colectivo (ver fig. VI.10c)

Se adopta $D = 20 \text{ cm}$ en las paradas debido a la existencia de altas cargas tangenciales (ver fig. VI.10b)

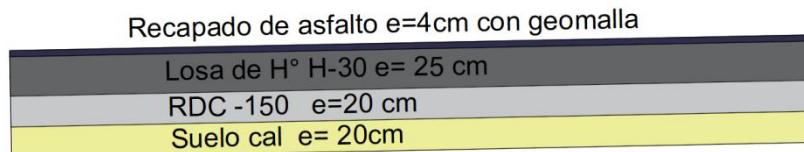


Figura VI.10a. Paquete estructural de diseño carriles laterales. (Fuente: Elaboración propia)



Losa de H° H-30 e= 20 cm
RDC -150 e=20 cm
Suelo cal e= 20cm

Figura VI.10b Paquete estructural de diseño paradas de colectivo. (Fuente: Elaboración propia)

Losa de H° H-30 e= 15 cm
RDC -150 e=20 cm
Suelo cal e= 20cm

Figura VI.10c Paquete estructural de diseño carril central, recorrido. (Fuente: Elaboración propia)

VI.3 Dimensionamiento y adopción de juntas, pasadores y barras de unión

Se diseñan las juntas para desarrollar un patrón de fisuración ordenado, a causa del que se desarrolla naturalmente en el fragüe y durante el servicio. Al realizar un diseño adecuado y una ejecución cuidadosa de juntas transversales y longitudinales con los mecanismos apropiados para transferir las cargas, la fisuración no tendrá efectos negativos.

Un adecuado diseño permitirá prevenir la infiltración de agua y materiales incompresibles a la estructura del pavimento, también proveerá transferencia adecuada de cargas y permitirá el movimiento de las losas contra estructuras fijas e intersecciones.

El ICPA recomienda que la relación largo/ancho de losas no debe ser mayor a 1,5 (se recomienda que sea menor o igual a 1,25). Las losas actuales de la vía son de 4m x 4m



VI.3.1 Disposición y dimensionamiento de juntas transversales de contracción

Se llaman así a las juntas materializadas en el sentido transversal de la calzada de hormigón, que permiten controlar la formación de fisuras intermedias en las losas, tanto a edad temprana como en servicio. (Fig.VI.11)

Se logra la transferencia de cargas mediante la implementación de pasadores, estos son barras de acero lisas colocadas en la junta transversal para transferir cargas, pero no restringen el movimiento longitudinal de las losas. También colaboran en la disminución de tensiones y deflexiones en el hormigón.

Junta Transversal de Contracción con Pasadores

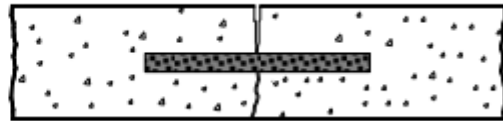


Figura VI.11. Junta transversal de contracción con pasadores. (Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino).

Se utilizará las recomendaciones del ICPA para determinar las dimensiones de las barras, (ver tabla VI.8). De las cuales se adoptó un barra de tipo I (AL -220), de 0,45m de longitud y un diámetro de 0,032m y separadas a 0,30m de centro a centro y 0,15m de centro a borde.



Tabla VI.8. Características de barras pasadores. (Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino).

Tipo de acero	Tipo I (AL-220)
Superficie	Lisa, libre de óxido y con tratamiento que impida la adherencia al hormigón.
Longitud	45 cm.
Diámetro	25 mm para $E \leq 20$ cm 32 mm para $20 < E \leq 25$ cm 38 mm para $E > 25$ cm
Separación	30 cm. de centro a centro 15 cm. de centro a borde
Ubicación	Paralelo al eje de calzada Mitad del espesor de losa Mitad a cada lado de la junta transversal

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO



VI.3.2 Disposición y dimensionamiento juntas longitudinales de contracción

Este tipo de juntas controlan la fisuración longitudinal y se ejecutan por aserrado cuando se materializan dos o más trochas simultáneamente.

Se deben emplear barras de acero conformadas superficialmente y colocarlas perpendicularmente a la dirección longitudinal y siempre a mitad de la profundidad en el espesor de la losa. Cuando se realiza el armado de esta junta debe tenerse presente que debe estar alejado como mínimo 40cm respecto de las juntas transversales, pues, no interferir con el funcionamiento de los pasadores. Es recomendable colocarlas junto a las líneas demarcatorias de división de carriles, para así evitar la formación de huellas.

Junta Longitudinal de Contracción



Figura VI.12: Junta longitudinal de contracción con barra de unión. (Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino).



Para dimensionar las barras de unión se usa la fórmula recomendada por el ICPA.

$$A_{BU} = \frac{\gamma \cdot E \cdot L \cdot \mu \cdot S}{f_a}$$

Siendo:

A_{BU} : Sección mínima de acero de las barras de unión por cada losa de pavimento.

γ : Peso unitario del hormigón.

E: Espesor de la losa.

L: Distancia al borde libre más cercano.

μ : Coeficiente de fricción entre la losa y el apoyo (ver Tabla 3-2).

f_a : Tensión admisible del acero.

S: Separación entre juntas transversales.

rio

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO



Tabla VI.9. Sección mínima de acero. (Fuente: Manual de Diseño y Construcción de pavimentos de Hormigón).

Tabla 3-2: Coeficientes de fricción recomendados. [AASHTO. 1993]	
Tipo de material en el apoyo de la calzada	Coeficiente de Fricción, μ
Tratamiento superficial	2,2
Estabilizado con cal/cemento/asfalto	1,8
Material granular	1,5
Subrasante Natural	0,9

Obtenida la sección, se determinará el largo de la barra, para ello se utilizaron las recomendaciones del Manual de Diseño y Construcción de pavimentos de Hormigón.



Tabla VI.10. Longitud mínima de las barras de unión. (Fuente: Manual de Diseño y Construcción de pavimentos de Hormigón).

Tabla 3-3: Largo mínimo de las barras de unión.			
Diámetro de la barra [mm]	Sección [cm ²]	Perímetro [cm]	Largo mínimo de la barra de unión [cm]
10	0,79	3,14	60
12	1,13	3,77	72
16	2,01	5,02	96
20	3,14	6,28	120

Tabla VI.11. Separación de las barras de unión. (Fuente: Manual de Diseño y Construcción de pavimentos de Hormigón).

Diámetro de la Barra de Unión	10mm	12mm	16mm
Cantidad por losa	10	7	4
Separación adoptada entre barras	0,41 m.	0,62 m	1,12 m
Distancia entre barras extremas y las juntas transversales	0,40 m	0,40 m	0,56 m
Longitud de la barra de unión	0,6 m	0,72 m	0,96 m

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO



Siguiendo las recomendaciones del instituto que se observan en las tablas VI.10 y VI.11, se utilizarán 7 barras de diámetro 12mm, cuya sección es 1,13cm² y un largo mínimo de 72 cm por cada losa, separadas entre sí cada 62 cm para realizar las juntas longitudinales de contracción



VI.3.3 Disposición y dimensionamiento juntas transversales de construcción

Se realizan las juntas transversales de construcción al finalizar la jornada de trabajo o en interrupciones programadas o por imposibilidad de continuar con el hormigonado. Por ellas la transferencia de carga se efectúa a través del pasador y las barras utilizadas son las mismas que para las juntas transversales de contracción.



Figura VI.13. Junta transversal de construcción con pasadores. (Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino).

VI.3.4 Disposición de juntas de dilatación

Se utilizan este tipo de juntas para aislar al pavimento de otra estructura, tal como otra zona pavimentada o una estructura fija. También colaboran al disminuir tensiones de compresión que se desarrollan en intersecciones en T y asimétricas, su ancho no debe superar los 25mm y la transferencia de carga se realiza a través de la barra pasadora

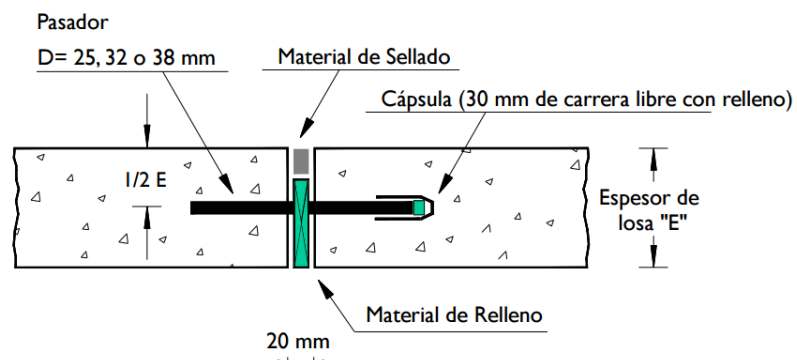


Figura VI.14: Junta transversal de dilatación con pasadores. (Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino).



ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO

UNNE-Facultad de ingeniería-2018

Tabla VI.12. Características de la barra pasadora. (Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino).

Tipo de acero	Tipo I (AL-220)
Superficie	Lisa, libre de óxido y con tratamiento que impida la adherencia al hormigón.
Longitud	45 cm.
Diámetro	25 mm para $E \leq 20$ cm 32 mm para $20 < E \leq 25$ cm 38 mm para $E > 25$ cm
Separación	30 cm. de centro a centro 15 cm. de centro a borde
Ubicación	Paralelo al eje de calzada Mitad del espesor de losa Mitad a cada lado de la junta transversal

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO



Se dispondrá de una junta de dilatación de 20mm con barras pasadoras Tipo I(AL-220), de 45cm de longitud y diámetro de 32mm (espesor =0,22m). Separadas a 30cm de centro a centro y 15 cm de centro a borde.



CAPÍTULO VII

ADECUACIÓN HIDRÁULICA DE LA VÍA

VII.1) Introducción

El agua que cae en forma de lluvia es parte del ciclo hidrológico del agua, que se renueva cada 8 días, en el cual esta última puede infiltrarse en el terreno, escurrir libremente por el principio de la mínima energía o evaporarse en un mayor tiempo que los anteriores. De esto surge la necesidad de evacuar las aguas superficiales a través de desvíos ejecutados con pendientes, debido a que puede incurrir en inundaciones en la zona, perjudicando al uso de la vía pública como también el debilitamiento de las estructuras existentes como también perjudicando la economía de la zona. Para hacer un estudio de drenaje debe tenerse múltiples factores como la topografía de la zona y la hidrología entre otros, ya que existen diferentes métodos de análisis teniendo en cuenta los anteriores.

Los desvíos se pueden ejecutarse a través de obras de drenaje superficial del agua que cae sobre la calzada o dentro de las cuencas por la que atraviesa la vía, captando al agua a través de sumideros de cordón, de cuneta o mixtos, llevados por la cañerías internas del sistema de red y luego depositando en un lugar final que puede ser el mar, un río, un canal o como este caso lagunas.

El crecimiento poblacional y el desarrollo urbano crean problemas a la hora de evacuar las aguas ya que aumentan el caudal de diseño y por lo tanto se deben realizar modificaciones en el sistema de desagüe si existe y prever un sistema que las contemple.

VII.2) Situación hidrológica de la vía

A lo largo de los últimos años los desagües naturales alrededores de la vía en estudio, se fueron rellenando e impermeabilizando, convirtiendo a zonas no inundables en zonas inundables por motivos del crecimiento poblacional,



contaminación de las lagunas por residuos, etc. (ver figuras I.6, I.7 y I.8). En consecuencia se perjudica, proporcionalmente con el correr de los años, la correcta eliminación de las aguas en la zona.

La vía en estudio ya cuenta con un sistema de drenaje propio con cunetas, sumideros, cañerías internas que van hacia las lagunas y que luego son descargadas al río Paraná.

En muchos casos existen daños o sufrieron modificaciones en el diseño primario del mismo (ver figura VII.4) debido a la falta de pendiente, deficiencias constructivas y conexiones clandestinas. No existe un mantenimiento adecuado de los imbornales, cunetas, ni de cañerías internas del sistema.

Por motivos del reasfaltado de la vía se produjo una reducción en la sección de la cuneta por el cual ahora circula menor caudal que el de diseño. También existen cambios en las pendientes de las cunetas por roturas en la misma con el cual hace disminuir el caudal admisible en la cuneta.

Existen partes en la vía donde se deberían disponer de imbornales por la acumulación de agua que se produce y perduran en los próximos días por las lluvias y/o desagües pluviales por la inexistencia de pendiente en la cuneta misma (ver figura VII.5 y VII.6).

Citando el trabajo final “ALTERNATIVAS DE REPARACION DE LA AVENIDA 9 DE JULIO” del Ingeniero Szymula Juan Pablo, existe dos zonas específicamente donde ocurre además de las anteriores la deficiencia de desagües: a la altura de la calle Florida (3100) y a la altura de la calle Pérez (3400), contando en ambos sectores con sumideros.



Figura VII.4. Imbornales en mal estado en la avenida 9 de Julio altura 2.400. (Fuente: Elaboración propia)



Figura VII.5. Acumulación de agua sobre la avenida. (Fuente: Elaboración propia)

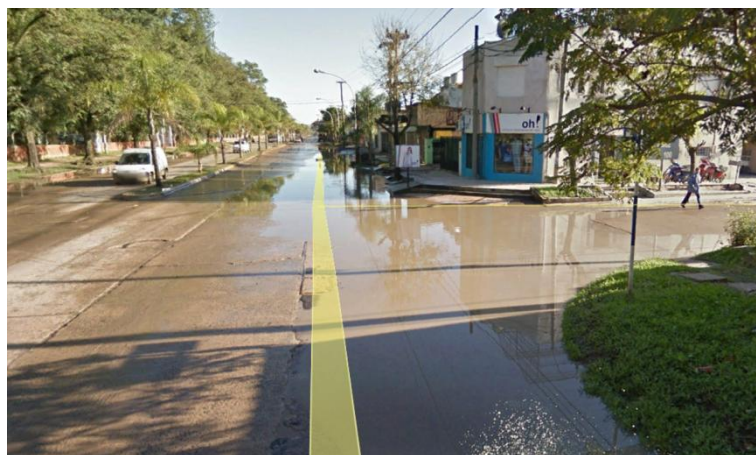


Figura VII.6. Acumulación de agua en la altura 3400. (Fuente: Google Earth)



VII.2.1) Soluciones

En primer término se debería realizar la modificación de la ubicación de los imbornales en su nueva posición alemana, debido al diseño del proyecto, lo cual viene acompañado del arreglo de los mismos y/o modificación de cada uno.

Se realizó un relevamiento de los imbornales existentes (ver figura VII.6) (ver anexo plano n. °21), asimilando en todos los casos a longitudes modulares de imbornales, teniendo en cuenta que un módulo vale 0,80 m (ver tabla VII.).

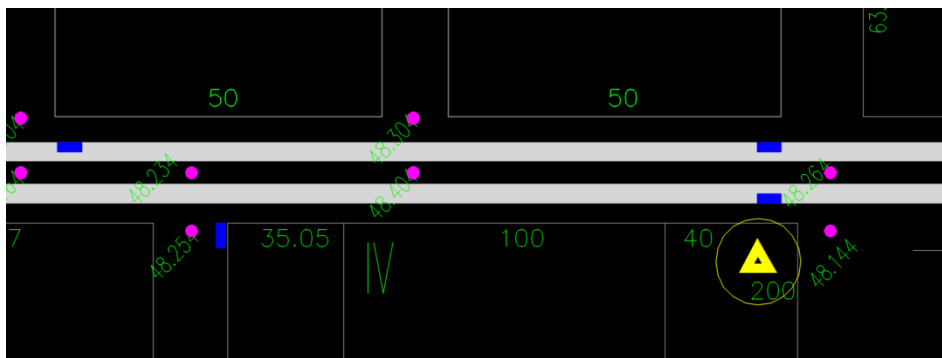


Figura VII.6. Ubicación de los imbornales en la avenida en color azul. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla VII.1. Posición de los imbornales en la avenida. (Fuente: Elaboración propia a través del Google Earth)

Posición	Largo (m)	Tipo	Intersección con la av. 9 de Julio
1	4,80	De cordón	Av. Vélez Sarsfield
2	0,80	De cordón	Av. Las Heras
3	0,80	De cordón	Juan de Dios Mena
4	3,20	De cordón	Solano Francisco
5	3,20	De cordón	Juan de Dios Mena
6	3,20	De cordón	Los Hacheros
7	3,20	De cordón	Los Hacheros
8	2,40	De cordón	Av. Chaco
9	2,40	De cordón	Av. Chaco
10	2,40	De cordón	Dante



ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO

UNNE-Facultad de ingeniería-2018

11	2,40	De cordón	Inspector Patiño
12	2,40	De cordón	Dante
13	3,20	De cordón	Inspector Patiño
14	0,80	De cordón	Bosch
15	4,00	De cordón	Bosch
16	0,80	De cordón	Bosch
17	0,80	De cordón	Delfino
18	4,80	De cordón	Delfino
19	2,40	Mixto	Av. Urquiza
20	1,60	Mixto	Viuda de Ross
21	0,60	De cordón	Av. Urquiza
22	1,60	De cordón	Viuda de Ross
23	0,50	De cuneta	Viuda de Ross
24	1,50	De cuneta	Av. Urquiza
25	1,00	De cordón	La Florida
26	1,60	De cordón	Av. Arribalzaga
27	2,40	De cordón	Av. Agrim. Seelstrang
28	0,80	De cordón	Paraíso
29	3,20	De cordón	Quebracho
30	0,80	De cordón	Pérez

Referente a los conductos se contó con planos del sistema hidráulico de la laguna los Lirios y sus subcuencas. El mismo está conformado por las lagunas Prosperidad (ver anexo plano n. °19), laguna Blanca y laguna Negra (ver anexo plano n. °18)

Estos conductos pasan por las calles:

- Juan Dios de Mena
- Nicolás Acosta
- Avenida Chaco-Borrini
- Silvano Dante- Ingeniero Patiño
- Avenida Urquiza-Viuda de Ross.
- La Florida
- Avenida Arribalzaga-Seelstrang
- Pérez



- Paraíso
- Quebracho

Los sectores críticos donde existe anegamiento temporal en las mismas son:

- la altura de la calle Florida (3100)
- la altura de la calle Pérez (3600)
- la altura de la calle Ángel Dambra (3400)

VII.2.2 Caudal de aporte a los sumideros

Con los datos de los tamaños de los sumideros anteriormente hallados se comparó con el caudal que debe absorber cada uno de ellos.

Para las intersecciones con la calle Florida y Pérez se toma como solución las especificadas en el anteproyecto anteriormente mencionado. Las áreas de aporte se encuentran especificadas en los planos (ver anexo plano 19).

Para hallar los caudales de aporte a cada sumidero se utilizó el del método Racional para cuencas pequeñas

El cálculo completo se encuentra en la parte de Anexos (ver anexos cálculo 1)

❖ Lugares críticos calle Florida y Pérez

Calle Florida

Se recomienda modificar el sumidero existente y agregar un sumidero extra.

Tabla VII.2. Desagües existentes en Subcuencas 1 y 2. (Fuente: elaboración propia)

Subcuenca	Longitud existente	Longitud necesaria	Condición
1	1,00 m	1,35 m	Modificar
2	-	2,40 m	Nuevo



❖ Diámetro necesario de los conductos pluviales

Se determina el diámetro necesario del conducto a través de la fórmula de Manning

Para el caso del conducto pluvial es necesario un diámetro de 1,20m ($D=1,20m$)

Calle Pérez

Se recomienda modificar el sumidero existente y agregar un sumidero extra.

Tabla VII.3. Desagües existentes en Subcuencas 3 y 4. (Fuente: elaboración propia)

Subcuenca	Longitud existente	Longitud necesaria	condición
3	-	2,70 m	Nuevo
4	1,00 m	3,10 m	Modificar

❖ Diámetro necesario de los conductos pluviales

Se determina el diámetro necesario del conducto a través de la fórmula de Manning

Para el caso del conducto pluvial es necesario un diámetro de 1,40m ($D=1,40m$)

Conclusiones:

Debido a la ausencia de datos de físicos respecto a los conductos tanto de vinculación como de conducción pluvial, se recomienda para realizar esta modificación contar con estos datos

En el caso de los sumideros, es necesaria la modificación de los que supera el caudal admisible de los mismos, como también agregar nuevos sumideros en los lugares especificados.



CAPÍTULO VIII

ESTUDIO ECONÓMICO

VIII.1) Generalidades

Se tiene como premisa lograr en primera medida con este anteproyecto un beneficio social, una vez analizado el mismo se procede a realizar una valoración de los costos monetarios que la obra producirá y el tiempo que tardará en amortizarse la inversión inicial. Para realizar este análisis se hace uso de los parámetros de Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), la Relación Beneficios/Costo (RBC) y el Período de Recupero de la Inversión (PRI).

El VAN es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable.

La TIR está expresada en términos porcentuales y resulta la rentabilidad social anual que generará el proyecto. Este indicador limita la situación de factibilidad del proyecto, demostrando las utilidades o pérdidas.

La RBC indica cuántos pesos de beneficio se obtienen por cada peso de costo asignado al proyecto, lo cual permite comparar varios proyectos entre sí y dar un orden de prioridad a los mismos según la RBC.

El PRI determina el número de períodos necesarios para recuperar la inversión inicial, resultado que se compara con el número de períodos aceptables por la empresa o ente inversor.

Para realizar el análisis económico utilizando los parámetros anteriormente nombrados, se necesita hacer un correcto análisis de los materiales a utilizar mediante el cómputo y presupuesto a lo largo de toda la obra tratada en este anteproyecto.



VIII.2) Computo y Presupuesto

COMPUTO Y PRESUPUESTO							
ITEMS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS		TOTAL	%
				UNITARIO	SUBTOTAL		
1	TRABAJOS PRELIMINARES					\$ 14.058.743	3,30
1.1	Levantamiento cantero central	m ²	3.084	\$41,81	\$ 128.942		
1.2	Levantamiento de veredas	m ²	8.088	\$171,86	\$ 1.390.004		
1.3	Levantamiento asfalto central	m ³	2.199	\$762,19	\$ 1.663.099		
1.4	Levantamiento Losa Hº	m ³	10.977	\$697,82	\$ 7.699.746		
1.5	Obrador	m ²	18	\$3.007,56	\$ 54.136		
1.6	Cartel de obra	Unidad	1	\$18.602,79	\$ 18.603		
1.7	Topografía	m ²	103.880	\$1,13	\$ 117.384		
1.8	Cerramiento de obra	m ²	9.240	\$323,25	\$ 2.986.830		
2	MOVIMIENTO DE SUELOS					\$ 36.734.188	8,61
2.1	Retiro de escombros	m ³	13.176	\$856,10	\$ 11.279.974		
2.2	Excavación y retiro de suelo	m ³	23.128	\$1.100,58	\$ 25.454.214		
3	PAQUETE ESTRUCTURAL					\$ 345.122.101	80,93
3.1	Suelo cal 3 % e=20cm	m ³	12.526	\$200,05	\$ 2.505.826		
3.2	RDC e=20cm	m ³	14.066	\$3.959	\$ 50.116.981		
3.3	Compactación	m ³	26.592	\$609,08	\$ 16.196.655		
3.4	Cap. Rod. Hº H-30				\$ 261.148.903		
3.4.1	Cap. Rod. Hº H-30 e=15	m ²	8.575	\$1.834,24	\$ 15.728.608		
3.4.2	Cap. Rod. Hº H-30 e=20	m ²	25.725	\$2.443,21	\$ 62.851.577		
3.4.3	Cap. Rod. Hº H-30 e=25	m ²	59.780	\$3.054,01	\$ 182.568.718		
3.5	Cap. Rod. Asfáltica e=4cm	m ³	1.836	\$5.725,8	\$ 10.513.141		
3.6	Cordón de HºAº	m	9.800	\$473,53	\$ 4.640.594		
4	VARIOS					\$ 20.839.821	4,89
4.1	Luminaria	Unidad	352		\$ 12.533.312		
4.1.1	Poste 6 m	Unidad	154	\$20.126	\$ 3.099.404		
4.1.2	Poste 14 m	Unidad	198	\$47.646	\$ 9.433.908		
4.2	Señalización Horizontal	m	8.800	\$129,41	\$ 446.591		



ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO

UNNE-Facultad de ingeniería-2.018

4.3	Señalización Vertical						
4.3.1	Cartel Aereo	m ²	126,72	\$1.420	\$ 179.942		
4.3.2	Poste Madera	Unidad	28	\$140	\$ 3.920		
4.3.3	Cartel Lateral	m ²	22,36	\$1.420	\$ 31.751		
4.4	Semáforos						
4.4.1	Pórticos	Unidad	44	\$19.747	\$ 868.868		
4.4.2	Semáforos giro	Unidad	44	\$7.000	\$ 308.000		
4.4.3	Semáforos peatón	Unidad	44	\$5.000	\$ 220.000		
4.4.4	Semáforos carril	Unidad	44	\$10.000	\$ 440.000		
4.5	Separadores Plásticos	Unidad	3.784	\$1.350	\$ 5.108.400		
4.5.1	Pilonas	Unidad	1.892	\$1.350	\$ 2.554.200		
4.5.2	Boyas	Unidad	1.892	\$1.350	\$ 2.554.200		
4.6	Molde para cordón	Unidad	30	\$6.803	\$ 204.090		
4.7	Baños Químicos	Gl	4	\$4.124,55/mes	\$ 494.946		
5	PARQUIZADO					\$ 3.412.856	0,80
5.1	Colocación de cesped	m ²	9.800	\$250	\$ 2.450.000		
5.2	Transplante de palmera	Unidad	288	\$1.794,70	\$ 516.874		
5.3	Implante de palmera	Unidad	288	\$1.548,55	\$ 445.982		
6	EQUIPAMIENTO URBANO					\$ 6.386.702	1,50
6.1	Cestos de basura	Unidad	221	\$4.000	882.000		
6.2	Paradas de colectivo	Unidad	25	\$224.681,72	5.504.702		

\$ 426.554.411

u\$s11.225.116,09

Dicho costo de construcción debe llevarse a costo social, el cual de acuerdo con recomendaciones de la DNV es igual a un 70% del presupuesto de obra.

Costo social de la construcción = 0,70 * PRECIO DE OBRA

Costo social de la construcción = 0,70 * \$ 426.554.411

Costo social de la construcción = \$ 298.588.088

Equivalente a = u\$s7.857.581



VIII.3) Evaluación económica

En la evaluación económica no se considera el flujo de dinero que generará el proyecto, sino el flujo de recursos reales.

Los beneficios serán recursos que el proyecto genere. Los costos sociales serán los recursos que el proyecto sacrifique.

Por estos motivos, muchas veces a este tipo de evaluación se la denomina también evaluación social. En términos estrictos, la evaluación social es una extensión de la evaluación económica, ya que examina también el proyecto desde el punto de vista nacional, pero evalúa no sólo la contribución de éste al bienestar económico, sino también a los objetivos de política social de redistribución de ingresos y riquezas. Así, en una evaluación social se ponderan de manera diferente los beneficios y costos que el proyecto genera en las diferentes clases sociales.

Por otro lado también se plantean diferencias entre una evaluación financiera (privada) y una evaluación económica (social). Estos parten desde la valoración propia de los consumidores vs. la evaluación de las empresas, impuestos y subsidios, créditos, etc. Como este anteproyecto convive con la evaluación económica por parte del estado y la evaluación financiera por parte de las empresas de colectivos, es necesario plantear estas diferencias. En este trabajo el estudio se enfocará solamente en la evaluación económica, considerando tres posibles situaciones:

1. Van social > 0

Van privado > 0

En este caso el proyecto sería ideal dejando más beneficios que costos tanto al estado como al privado.

2. Van social > 0

Van privado < 0

En este caso el estado debe incentivar al privado para llevar adelante el proyecto mediante subsidios que sean igual al Van privado, debido a que el mismo es beneficioso para la sociedad, por lo tanto el estado se hará cargo de los costos que este genere al privado.



3. Van social < 0

Van privado > 0

En este caso será muy poco probable que se ejecute el proyecto, debido a que no genera interés ni al estado ni al privado.

Como los coeficientes de ponderación pueden definirse subjetivamente para asignar inversiones de acuerdo a intereses políticos, muchos economistas sugieren utilizar la evaluación económica como pauta que guíe al gobierno en la toma de decisiones frente a los proyectos propuestos en el país.

La metodología utilizada en este capítulo es la difundida por el Banco Mundial para evaluar a los proyectos viales a financiar, a través de los índices económicos como la relación B/C, VAN, TIR.

- B = beneficio del usuario.
- C = costo de la obra
- VAN = Valor Actual Neto: $B - C$
- TIR = Tasa Interno de Retorno: se determina para la condición de que sea $B = C$.

El Banco Mundial para financiar un proyecto exige que los índices económicos cumplan con las siguientes condiciones:

- $B/C \geq 1$
- VAN: que sea (+)
- TIR: que sea $>$ a la tasa de plazo fijo en dólares del banco Nación 3,25 % (ya que se evaluará a precio dólar).

Los beneficios directos más importantes de este proyecto:

- Disminución de los costos de operación de los vehículos: autos, camiones, ómnibus.
- Disminución del tiempo de viaje (de carga y pasajeros).



- Disminución de costos sociales debido a accidentes, mayor consumo de combustibles, congestionamientos, contaminaciones y deterioros viales.
- Aumento de confort y conveniencia.

Los costos de construcción son los costos que corresponden a la construcción y al de mantenimiento.

En obras nuevas y de rehabilitación se calculan dos tipos de costos: uno sin considerar las mejoras y otra considerando las mejoras, es decir costos con y sin proyecto.

Por último cabe destacar que el transporte automotor es generado de altos costos sociales, costos que son muy difíciles de medir, por lo cual disminuyendo el número de vehículos de la vía en estudio mediante el incentivo del uso del transporte público, se logra bajar estos costos sociales. Dentro de los mismos se pueden mencionar:

- Gastos de ambulancia
- Gastos de juicios
- Gastos de internación
- Gastos de reparaciones

Según un artículo publicado por la revista “ámbito” en abril del 2.018 (<http://www.ambito.com/918961-estado-gasta-us7400-millones-al-ano-por-accidentes-viales>), un siniestro vial con herido grave le cuesta al estado una media de u\$s37.000, lo que a precio pesos en el mes de Octubre del 2.018 con un dólar a \$38 son aproximadamente \$1.406.000.



VIII.3.1) Determinación del costo de operación

Para el análisis de los costos de operación se utiliza el informe COSTOP realizado por la DNV para octubre del 2016, afectando dichos valores por la suba del dólar, el aumento de la inflación en el último año y los porcentajes de variación interanual dados por la DNV.

El costo de operación de un camino se traduce, para el usuario de la infraestructura en un concepto de costo monetario, el cual mide el consumo, en términos de dinero, que representa operar en una determinada vía. El mismo se determina bajo el supuesto de que el trazado del camino que se recorre es recto y pertenece a la categoría de topografía llana. La unidad con que se expresa el costo de operación es el \$/Km, o sea, se trata de un valor en pesos por unidad de longitud de circulación, tomando a ésta como de 1 Km.

Los costos de operación se pueden encontrar clasificados en “costos de operación del usuario” y “costos de operación de la comunidad” en el informe COSTOP. Los costos de operación del usuario se calculan en función de precios de insumos a valores de mercado y los costos de operación de la comunidad se obtienen corrigiendo estos precios a valores económicos, de manera de representar a los mismos libres de la carga impositiva; o sea, sin considerar los subsidios, impuestos y transferencias (ver tabla 63).

Los distintos tipos de precios empleados en esta consideración son:

- **Precio del usuario o precio de mercado o precio financiero:** es el precio que tiene un bien en el mercado. Si se trata de un bien importado, su valor financiero es igual al precio de la moneda de origen por el tipo de cambio correspondiente.
- **Precio de la comunidad o precio de cuenta o precio económico o precio social o precio sombra:** representa el costo en el que incurre la economía de una sociedad para producir un bien antes que cualquier tipo de factor modifique su valor, tal como impuestos, tasas, subsidios, rentas, o



conversiones de algún tipo de cambio que resulte de un valor distinto al de un mercado en el que las divisas se intercambian libremente.

- **Factor de conversión:** es el índice que convierte un valor de mercado en un valor económico y viceversa.

Se analiza el costo generalizado de viaje o costo de operación de los vehículos para la situación actual (sin mejora) y para la situación con el proyecto en funcionamiento (con mejora), para ello se suponen distintas velocidades promedio de viaje a lo largo de la traza del proyecto (ver tablas VIII.4 y VIII.5).

TablaVIII.1. Costos generales de los vehículos. (Fuente: COSTOP)

PRECIOS	COMBUSTIBLE	COSTO (\$/litro)
	NAFTA PREMIUM	46,67
	NAFTA SUPER	41,31
	DIESSEL	35,77
	LUBRICANTE	375

TablaVIII.2. Costos generales de los vehículos. (Fuente: COSTOP)

AUMENTO DEL DÓLAR	129,6	%
AUMENTO DE LA INFLACIÓN	29,1	%
VARIACIÓN INTERANUAL COSTOP (2015-2016)	21	%



TablaVIII.3. Costos generales de los vehículos. (Fuente: COSTOP)

	TIPO DE VEHÍCULO ECONÓMICO CAMINO PAVIMENTADO	AUTOMÓVIL	ÓMNIBUS	CAMIÓN
VALORES	VALOR DEL 0 km (\$)	418.000	2.266.400	1.238.666
	POTENCIA (HP)	93	355	138
	NEUMÁTICO (\$)	1.800	7.500	7.500
	CANTIDAD DE NEUMATICOS	4	8	10
	LAVADO (\$)	306	670	549
	FRECUENCIA DE LAVADO (km)	6.000	2.450	4.850
	ENGRASE (\$)		345	315
	FRECUENCIA DE ENGRASE (km)		2.420	2.420
	SEGURO ANUAL (\$)	31.439	222.848	54.054
	IMPUESTOS Y PATENTES ANUALES (\$)	26.384	105.898	39.362
	MANTENIMIENTO (\$/h)	201	183	183
TIEMPOS DE VIAJE (\$/h)	CONDUCTOR (MOTIVO DE TRABAJO)	238	0	0
	CONDUCTOR (OTROS MOTIVOS)	71,60	0	0
	PASAJERO (MOTIVO DE TRABAJO)	114	114	0
	PASAJERO (OTROS MOTIVOS)	34,30	34,30	0
	SALARIO CHOFER (\$/mes)		82.246	70.426
SALARIOS	INCREMENTOS CARGAS SOCIALES (%)		1	1
	VIÁTICOS (\$/h)		111,12	0
	BONIFICACIÓN (\$/km)		0	1,53

Las siguientes tablas indican los costos generados a la comunidad por el sistema actual y con su respectiva en la av. 9 de Julio.



Costos de operación de los vehículos sin proyecto

Tabla VIII.4. Costo generalizado de viaje previo a la mejora. (Fuente: COSTOP)

TIPO DE VEHÍCULO		AUTOMÓVIL	ÓMNIBUS	CAMIÓN
VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE (km/h)		35	25	35
RECORRIDO (km/año)		17.000	76.250	59.500
COSTO OPERATIVO DEL VEHÍCULO (\$/km)	COMBUSTIBLE	1,27	5,40	4,44
	LUBRICANTES	0,27	1,88	1,53
	CUBIERTAS	0,16	0,68	0,65
	LAVADO	0,05	0,34	0,12
	ENGRASE	0,00	0,17	0,14
	MANTENIMIENTO	0,28	2,20	0,94
	AMORTIZACIÓN	1,11	5,61	0,95
	BONIFICACION	0,00	8,89	3,58
	INTERESES	0,96	4,04	1,19
	SALARIOS	0,00	26,15	22,95
	SEGUROS	3,15	2,15	0,68
	GASTOS GENERALES	0,00	6,90	4,46
	GARAGE	1,63	0	0
	COSTO VEHÍCULO RECORRIDO	2,96	21,48	13,88
	COSTO VEHÍCULO TIEMPO	5,92	42,96	27,76
	COSTO PASAJERO TIEMPO	9,38	120,31	0
COSTO TOTAL		27,14	249,16	83,27



Costos de operación de los vehículos con proyecto

TablaVIII.5. Costo generalizado de viaje previo a la mejora. (Fuente: COSTOP)

TIPO DE VEHÍCULO		AUTOMÓVIL	ÓMNIBUS	CAMIÓN
VELOCIDAD MEDIA DE VIAJE (km/h)		50	40	45
RECORRIDO (km/año)		21.000	92.000	70.000
COSTO OPERATIVO DEL VEHÍCULO (\$/km)	COMBUSTIBLE	1,18	4,29	3,88
	LUBRICANTES	0,22	1,54	1,27
	CUBIERTAS	0,21	0,86	0,87
	LAVADO	0,05	0,34	0,12
	ENGRASE	0,00	0,17	0,14
	MANTENIMIENTO	0,33	2,57	1,08
	AMORTIZACIÓN	0,90	4,65	0,80
	BONIFICACION	0,00	5,56	3,58
	INTERESES	0,78	3,35	1,01
	SALARIOS	0,00	21,67	19,51
	SEGUROS	2,55	1,78	0,57
	GASTOS GENERALES	0,00	5,61	3,94
	GARAGE	1,32	0	0
	COSTO VEHÍCULO RECORRIDO	2,51	17,47	12,26
	COSTO VEHÍCULO TIEMPO	5,02	34,94	24,53
COSTO PASAJERO TIEMPO	5,97	75,20	0	
COSTO TOTAL		21,04	180,00	73,56



El cálculo de beneficios de cada mejora vial durante un período anual se obtendrá multiplicando los beneficios unitarios recibidos por cada vehículo usuario, por el número de usuarios durante el año.

Aplicando estos valores a la composición del TMDA actual y a su proyección en el período de evaluación, se obtienen por diferencia los Beneficios.

VIII.3.2) Costo de operación anual

$$C.Op = L \text{ (km)} * D \text{ (días/año)} * TMDA \text{ (veh/días)} * C \text{ (\$/veh.km)}$$

En dónde:

L: longitud del tramo que se analiza.

D: días por año que funciona la alternativa.

C: costo unitario combinado de operación y tiempo por vehículo.

Costo de operación de la situación sin mejora

$$C1 = 4,9 \text{ km} * 365 \text{ días/año} * 12.986 \text{ veh/día} * (0,898*27,14 + 0,0981*249,16 + 0,00423*83,27) \text{ \$/km} = 1.141.915.745 \text{ \$/año}$$

Costo de operación de la situación con mejora

$$C2 = 4,9 \text{ km} * 365 \text{ días/año} * 12.986 \text{ veh/día} * (0,898*21,04 + 0,0981*180 + 0,00423*73,56) \text{ \$/km} = 856.161.999 \text{ \$/año}$$

$$\text{Ahorro de costo} = 1.141.915.745 - 856.161.999 = \text{\$285.753.746/año}$$

Equivalente a **u\\$s7.519.835/año** de beneficio.



VII.3.3) Disminución de los costos por accidentes

Los beneficios se determinan con base en el número esperado de siniestros que serían evitados si se implementa una propuesta específica o un conjunto de mejoras. El beneficio puede obtenerse en términos monetarios multiplicando el número esperado de siniestros evitados por un costo asignado a cada tipo y gravedad de siniestro.

Como se describió anteriormente según estudios de la revista ámbito un siniestro vial con herido grave le cuesta al estado una media de u\$s37.000 en la República Argentina, lo que a precio pesos en el mes de Octubre del 2.018 con un dólar a \$38 son aproximadamente \$1.406.000.

En base al capítulo 2: En el estudio de tránsito, se tiene un total de 500 accidentes a lo largo de un año en la avenida. De estos, el 35% no necesitan atención médica, mientras que el 65 % restante presenta lesiones de diversas gravedades. El valor medio es de u\$s37.000 por accidente grave, si además tomamos en cuenta el estudio realizado por la Administración de seguridad de tránsito de carreteras de los Estados Unidos, “El costo económico de los accidentes de los vehículos de motor” se obtiene los siguientes costos debido a siniestros de tránsito:

- Fallecimiento: US\$ 702.281
- Lesiones: US\$ 6.145
- Daños materiales = US\$ 1.481

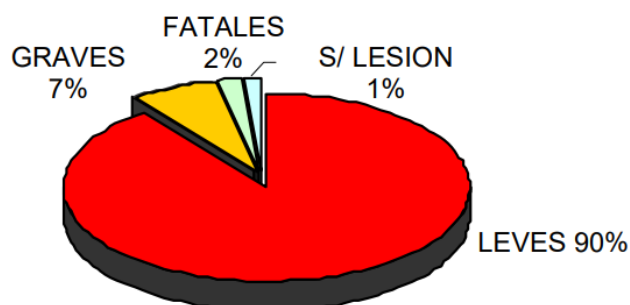


Gráfico VIII.1. Distribución porcentual de gravedad de los accidentes en Resistencia Chaco año 2.003.
(Fuente: Vulnerabilidad social y organizacional desde la percepción de los jóvenes de Resistencia (Riesgo de tránsito urbano))

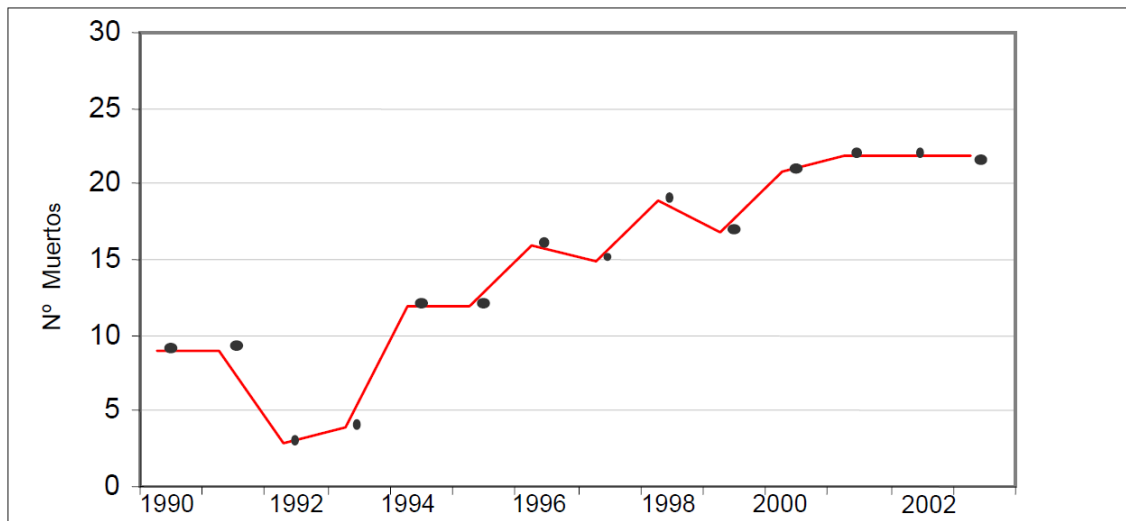


Gráfico VIII.2. Muertes por accidentes de tránsito en Resistencia Chaco 1990/2003. (Fuente: Vulnerabilidad social y organizacional desde la percepción de los jóvenes de Resistencia (Riesgo de tránsito urbano))

Se usan las potencialidades de reducción de siniestros para estimar la disminución que se espera ocurrirá durante un periodo dado, como resultado de la implementación de una contramedida propuesta. Dichas potencialidades de reducción se dan en términos de factores basados en la evaluación de los datos obtenidos de los proyectos de seguridad.

De acuerdo con un estudio realizado por la Administración de seguridad de tránsito de carreteras de los Estados Unidos, las mejoras introducidas con el proyecto se obtiene una reducción en la posible ocurrencia de siniestros de tránsito dada por los siguientes coeficientes:

- Mejora del diseño: 0,55
- Restricción de vueltas a la izquierda, con dotación de semáforos con vuelta a la izquierda: 0,55
- Control de accesos a la vía principal: 0,35
- Señalización: 0,30
- Iluminación: 0,25
- Mejora de la calzada: 0,20



- Sincronización de semáforos: 0,10

El factor de reducción de siniestros estará dado por la siguiente fórmula propuesta por Roy Jorgensen y asociados:

$$RS = RS1 + (1 - RS1) * RS2 + (1 - RS1) * (1 - RS2) * RS3 + \dots$$

Siendo RS1 la contramedida con mayor potencial de disminución de siniestros, RS2 la contramedida siguiente, y así sucesivamente.

$$RS = 0,95$$

$$\text{Siniestros evitados} = N^{\circ} \text{ siniestros} * RS * (\text{TMDA con mejora}) / (\text{TMDA sin mejora})$$

$$\text{Siniestros evitados} = 500 * 0,95 * (12.986 \text{ veh/día}) / (18.181 \text{ veh/día}) = 339$$

Teniendo en cuenta que del 100 % de los accidentes en el tramo en estudio solo él 65 % presenta lesiones, y de ese 65 % según gráfico VII.1 solo 2 \$ son fatales y 7% graves se puede tomar entonces el valor medio de accidentes de gravedad para un 10 % aproximadamente considerando el aumento anual de muertes según gráfico VII.2. Por lo tanto el costo que representa los accidentes en la av. 9 de Julio es:

$$(500 * 0,1) * u\$s37.000 = u\$s1.850.000 \text{ en concepto de accidente de gravedad.}$$

Agregando al número anteriormente obtenido los costos de daños materiales:

$$(500 * 0,35) * u\$s1.481 = u\$s259.157$$

Lo que sumado a lo anterior nos da un total de gastos de u\$2.109.157/año.

Por ende existirá un beneficio generado por la reducción de accidentes a lo largo de la traza que será $BA = 339/500 * u\$s2.109.157 = u\$s1.430.008/\text{año} = \$54.340.321/\text{año}$.

Se considera una variación interanual igual a la tasa exponencial de crecimiento del tránsito de 3,17 % (ver capítulo II). Por lo que ese beneficio representara un incremento anual del 3,17 %.



VIII.3.4) Costo por subsidios al transporte público

Actualmente la provincia del Chaco subsidia al transporte público mediante subsidios nacionales con \$ 199.688.258, además se encuentra vigente la ley provincial Nº5.430, la cual dictamina: “DECLARA LA EMERGENCIA DEL SISTEMA PCIAL. DE TRANSPORTE PUBLICO AUTOMOTOR DE PASAJEROS URBANO, SUBURBANO E INTERURBANO PRESTADOS POR LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS, POR EL TERMINO DE 2 AÑOS A PARTIR DE LA PROMULGACION DE LA PRESENTE. EXIME DE IMP.”

Dicho lo anterior, la provincia actualmente no presenta ganancias (respecto de impuestos al privado), sino que además el estado subsidia a los entes privados del transporte público.

C.Sub= \$199.688.258 = u\$s3.149.691

VIII.3.5) Costo social de mantenimiento

Para que la obra pueda llegar a la vida útil proyectada es necesario que se realice un correcto mantenimiento a lo largo de la misma, por lo que se adopta un porcentaje del costo social de construcción de 5% anual, aconsejado por la cátedra “Economía y Evaluación de Proyectos”.

Costo social de mantenimiento = \$ 298.588.088 * 0,05 = \$ **14.929.404 = u\$s392788**

VIII.4) Indicadores Económicos

VIII.4.1) Valor actual neto (VAN)

Representa la suma actual equivalente a los ingresos netos futuros y presentes de un proyecto, para determinarlo es necesario trasladar los valores futuros al presente para generar igualdad de comparación, esto se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$V_p = V_f / (1 + i)^n$$

Donde:



Vp: valor presente, expresado en u\$s.

Vf: valor futuro, expresado en u\$s.

I: tasa de descuento expresada en decimales = 0,03

n: horizonte de evaluación = 20 años.

El valor actual neto indica cuánto dinero de ganancia extra se genera con el anteproyecto, comparado con la mejor alternativa de inversión disponible, expresado a valores actuales.

Se calculó el VAN social para la materialización de la avenida en estudio.

$$VAN = \sum_{t=0}^T \frac{BNt}{(1+i)^t}$$

$BNt = Bt - Ct$

BNt: Beneficios netos del año t.

Bt: Beneficio Social Bruto en el año t.

t: año 1,2,3,.....T

Para este cálculo se consideró:

- Costo Social de Inversión inicial en las obras.
- Beneficios Sociales (anuales) durante la vida útil del anteproyecto.
- Costos Sociales (anuales) de mantenimiento.



VIII.4.2) Tasa interna de retorno (TIR)

Indica la tasa de interés que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero, en otras palabras indica la tasa de interés de oportunidad para la cual el proyecto será apenas aceptable. Mide la rentabilidad del dinero mantenido dentro del proyecto. Si la TIR es mayor que la tasa de oportunidad significa que el retorno del proyecto alcanza a compensar el costo de oportunidad del dinero y además genera un rendimiento adicional, considerándose evidentemente al proyecto como una inversión rentable.

Para obtener la TIR calculamos el VAN con diferentes valores de tasa “d” para ver en el momento que éste se hace negativo y aplicar la fórmula propuesta por la cátedra de Economía y Evaluación de Proyectos.

El VAN y la TIR pueden verse en la tabla VIII.6.



Tabla VIII.6. Resumen de la evaluación económica. (Fuente: elaboración propia)

AÑO	i	(1+r) ⁱ	(1+d) ^(a+c+i)	COSTOS SOCIALES			BENEFICIOS SOCIALES		BENEFICIO NETO
				INVERSIÓN INICIAL	SUBSIDIOS	MANTENIMIENTO	DISMINUCIÓN DEL COSTO GENERALIZADO DE VIAJE	DISMINUCIÓN DEL COSTO SOCIAL POR ACCIDENTES	
2.018	0	1,00	1,15	- 7.857.581,00 USD	-3.149.691,00 USD				-11.007.272,00 USD
2.019	1	1,03	1,19		-3.212.684,82 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.430.008,00 USD	5.344.370,18 USD
2.020	2	1,06	1,23		-3.276.938,52 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.475.339,25 USD	5.325.447,74 USD
2.021	3	1,10	1,27		-3.342.477,29 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.522.107,51 USD	5.306.677,22 USD
2.022	4	1,13	1,31		-3.409.326,83 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.570.358,32 USD	5.288.078,48 USD
2.023	5	1,17	1,36		-3.477.513,37 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.620.138,67 USD	5.269.672,31 USD
2.024	6	1,21	1,40		-3.547.063,64 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.671.497,07 USD	5.251.480,43 USD
2.025	7	1,24	1,44		-3.618.004,91 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.724.483,53 USD	5.233.525,62 USD
2.026	8	1,28	1,49		-3.690.365,01 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.779.149,66 USD	5.215.831,65 USD
2.027	9	1,32	1,54		-3.764.172,31 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.835.548,70 USD	5.198.423,39 USD
2.028	10	1,37	1,59		-3.839.455,75 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.893.735,59 USD	5.181.326,84 USD
2.029	11	1,41	1,64		-3.916.244,87 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	1.953.767,01 USD	5.164.569,14 USD
2.030	12	1,45	1,70		-3.994.569,77 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.015.701,43 USD	5.148.178,66 USD
2.031	13	1,50	1,75		-4.074.461,16 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.079.599,16 USD	5.132.185,00 USD
2.032	14	1,55	1,81		-4.155.950,38 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.145.522,45 USD	5.116.619,07 USD
2.033	15	1,60	1,87		-4.239.069,39 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.213.535,52 USD	5.101.513,12 USD



ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO
UNNE-Facultad de ingeniería-2.018

2.034	16	1,65	1,93		-4.323.850,78 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.283.704,59 USD	5.086.900,81 USD
2.035	17	1,70	1,99		-4.410.327,80 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.356.098,03 USD	5.072.817,23 USD
2.036	18	1,75	2,05		-4.498.534,35 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.430.786,34 USD	5.059.298,98 USD
2.037	19	1,81	2,12		-4.588.505,04 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.507.842,26 USD	5.046.384,22 USD
2.038	20	1,87	2,19		-4.680.275,14 USD	- 392.788,00 USD	7.519.835,00 USD	2.587.340,86 USD	5.034.112,72 USD
								VAN	64.544.293,79 USD
								TIR	48%

En la tabla VIII.6 se puede observar que el $VAN > 0$ y la $TIR = 48\% > 3,25\%$ (oportunidad del inversor), lo que nos indica que el proyecto es viable desde el punto de vista económico.



VIII.4.3) Relación Beneficio Costo (RBC)

Este indicador expresa la relación entre los beneficio actualizados (ver tabla 67) y los egresos actualizados, es decir, indica cuántos pesos a valor presente se obtendrán por cada peso de costo aportado al proyecto.

El beneficio actualizado se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Bi = \sum \frac{Bn - Mn}{(1 + d)^{a+c+i}} * (1 + r)^i$$

a: tiempo de duración de la etapa de estudio, proyecto y licitación = 2 años

n: vida útil = 20 años

d: tasa de descuento = 3,25 %

r: tasa de aumento del tránsito por crecimiento vegetativo = 3,17 %

c: tiempo de construcción = 2,5 años (se estima 1 mes por cuadra, dando un total de 49 meses, sumando los tiempos de intervención urbanística: parquizado, paradas, defensas, carteles, etc.)

Tabla VIII.7. Beneficios actualizados (fuente: elaboración propia)

AÑO	i	(1+r) ⁱ	(1+d) ^(a+c+i)	BENEFICIO ACTUALIZADO
2.018	0	1,00	1.15	
2.019	1	1,03	1.19	4.624.391,89 USD
2.020	2	1,06	1,23	4.604.448,25 USD
2.021	3	1,10	1,27	4.584.663,99 USD
2.022	4	1,13	1,31	4.565.055,92 USD
2.023	5	1,17	1,36	4.545.641,58 USD
2.024	6	1,21	1,40	4.526.439,31 USD
2.025	7	1,24	1,44	4.507.468,23 USD



ANTEPROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL METROBÚS EN AVENIDA 9 DE JULIO DESDE PLAZA 25 DE MAYO HASTA AVENIDA ESPAÑA, RESISTENCIA-CHACO

UNNE-Facultad de ingeniería-2.018

2.026	8	1,28	1,49	4.488.748,32 USD
2.027	9	1,32	1,54	4.470.300,40 USD
2.028	10	1,37	1,59	4.452.146,22 USD
2.029	11	1,41	1,64	4.434.308,43 USD
2.030	12	1,45	1,70	4.416.810,65 USD
2.031	13	1,50	1,75	4.399.677,51 USD
2.032	14	1,55	1,81	4.382.934,66 USD
2.033	15	1,60	1,87	4.366.608,84 USD
2.034	16	1,65	1,93	4.350.727,89 USD
2.035	17	1,70	1,99	4.335.320,78 USD
2.036	18	1,75	2,05	4.320.417,71 USD
2.037	19	1,81	2,12	4.306.050,08 USD
2.038	20	1,87	2,19	4.292.250,59 USD
				88.974.411,24 USD

$$\left(\frac{B}{C}\right)_{12\%} = \frac{\text{u\$s } 88.974.411,24}{\text{u\$s } 7.857.581} = 11,32$$

$$\left(\frac{B}{C}\right)_{12\%} = 11,32 > 1,00 \rightarrow \text{Buenas Condiciones.}$$

VIII.5) Conclusiones

Del análisis financiero se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- VAN > 0 por lo tanto el proyecto es rentable desde el punto de vista social
- Si bien la tasa interna de retorno TIR es mayor que la tasa de interés del proyecto, la misma arroja un valor incoherente, debido a que los beneficios son instantáneos. Como procedimiento alternativo, se debe determinar el momento óptimo de realización del proyecto, el cual es aquel año donde por primera vez el beneficio neto anual (BNA) del proyecto es superior al monto de inversión (I) multiplicado por la tasa social de descuento, ya que la inversión



estaría rindiendo una tasa superior a la tasa social de descuento. Una manera análoga para determinar el momento óptimo de operación es emplear la Tasa de Retorno Instantánea (TRI), que es la relación entre el beneficio neto de un determinado período dividido por el monto de inversión. Cuando la TRI resulta mayor a la tasa social de descuento de 12 % (r) indica el momento óptimo para captar los beneficios de la inversión.

$$Bn_i \geq I * r \quad \text{o} \quad TRI = \frac{Bn_i}{I} \geq r$$

Donde:

TRI: tasa de retorno instantánea

Bn: beneficio neto año n

I: valor capitalizado de la inversión al momento que el proyecto entra en operaciones.

r : tasa social de descuento

n: año óptimo de inversión

- La relación beneficio costo arroja un valor > 1 , por ende esto indica que por cada u\$s1 invertido en el proyecto se recuperarán u\$s10,32.
- El costo social del proyecto en pesos es \$ **298.588.088**.
- El beneficio actualizado del proyecto en pesos es \$ **3.381.027.627**.
- Se debe destacar que el análisis realizado en esta unidad es totalmente económico y no así financiero (lo cual se recomienda hacer si el proyecto fuera privado), destacando que se realizó en tiempos económicos muy variables para el país, tiempo en el cual no se debería realizar inversión.



CAPÍTULO IX

RECOMENDACIONES COMPLEMENTARIAS

IX.1 Generalidades

En éste capítulo se tratarán recomendaciones y medidas complementarias a tomar para mejorar el tránsito de la ciudad de Resistencia y alrededores.

La implementación del metrobús sobre la av. 9 de debe ser el puntapié inicial para una reforma ordenada y conveniente en el tráfico de Resistencia y alrededores. Una vez que se comprueben las ventajas de este y se genere confianza de parte del usuario será más simple de implementar corredores exclusivos de colectivos en otras avenidas críticas de la ciudad.

Vale recalcar que las opciones que se tratarán en este capítulo son del orden orientativo y requieren de estudios y evaluaciones precisas en cuanto al tránsito y condiciones geométricas de las vías.

IX.2 Opciones para vías complementarias de metrobús

Para una mayor eficacia en el servicio de transporte público y ordenamiento del tránsito es necesario una planificación urbana global. Mediante la misma se pueden trazar nuevos recorridos de metrobús que articulados entre sí mejorarán y fomentarán el uso del transporte público.

Para ello son necesarios estudios de tránsito en las principales arterias de la ciudad, y prever medidas como la generación de estacionamientos para autos particulares en áreas desocupadas o edificios en altura. Esta última medida puede ser necesaria ya que la implementación de carriles de exclusivos de metrobús suele venir acompañada de la restricción de estacionamiento en la misma vía por cuestiones geométricas y de conflictividad en el tránsito, lo cual es un punto negativo, pero ampliamente justificable con el fomento del transporte público y el desaliento del uso de autos particulares en el centro de la ciudad.



IX.2.1 Avenida 25 de Mayo

La avenida 25 de Mayo (orientación NO) conecta la plaza central de Resistencia (que lleva su mismo nombre) con la ruta nacional 11 (ver figura IX.1 indicada en rojo). Es una vía de gran importancia ya que atraviesa gran parte de la ciudad de Resistencia y la comunica con Fontana; por lo tanto, cuenta con elevado tráfico y cantidad de líneas de colectivo que circulan por la misma.

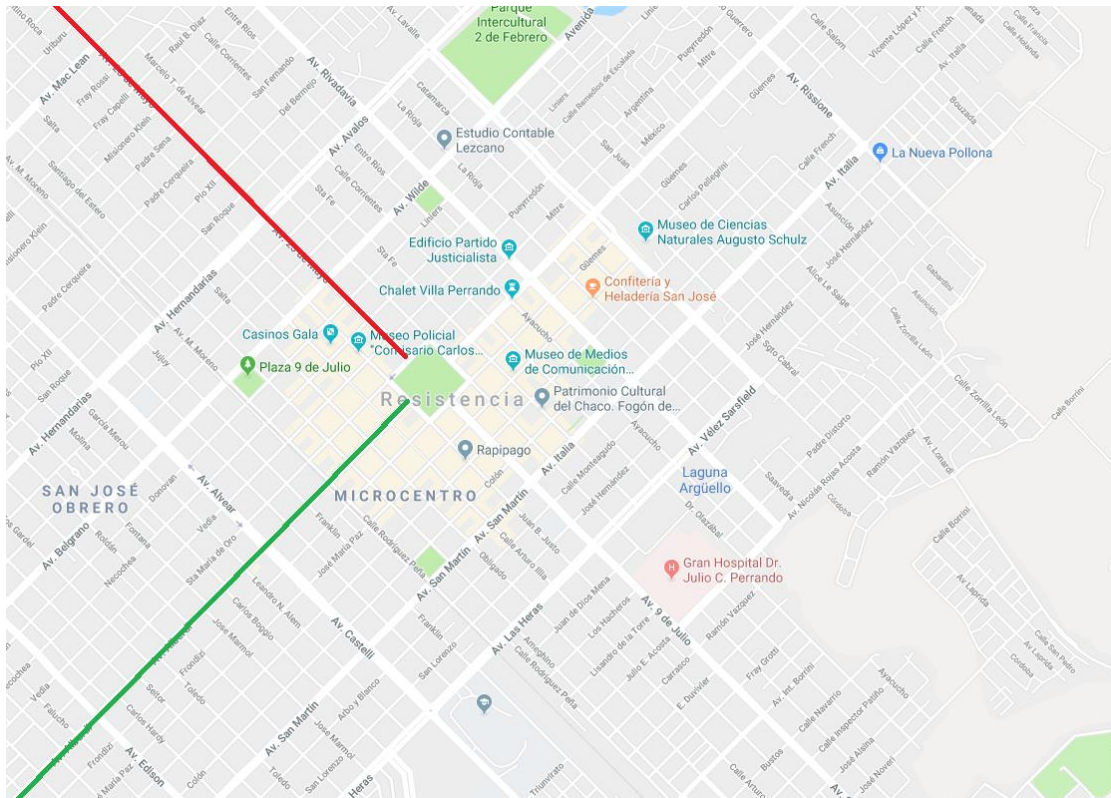


Figura IX.1. Detalle vías alternativas para metrobús. (Fuente: Google Maps)

El tramo indicado es de 2.400 metros y funcionaría complementándose con el metrobús de la av. 9 de Julio ya que cuenta con la misma dirección NO.

Existe la posibilidad de generar carriles exclusivos de metrobús en la continuación de la av. 25 de Mayo, pasando la ruta nacional 11, en la ciudad de Fontana si los estudios de tránsito así lo sugieren.

Para lograr una continuidad en el viaje y disminuir la fricción vehicular alrededor de la plaza 25 de Mayo se propone atravesar la plaza con el metrobús estableciendo una parada en la misma.



IX.2.2 Avenida Alberdi

La av. Alberdi (orientación SO) (ver figura IX.1 indicada en verde) se ubica a 100 metros de las calles Peatonales, Juan D. Perón y Arturo Illía, principal centro comercial de la ciudad de Resistencia.

El tramo indicado va desde la av. Soberanía Nacional hasta la plaza 25 de Mayo y es de 2.800 metros.

IX.3 Asfaltado de calle Almirante Brown

En el trabajo de anteproyecto llamado “Optimización de la av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas” realizado por Bundrea y Baldovino se diseñó y calculó tramos de la calle Almirante Brown, ubicada paralela a la av. 9 de Julio. Dicha obra colaborará con el descongestionamiento de la avenida. 2 cuadras de la calle Almirante Brown, ubicadas entre las calles Claudio Zapico y Olaf With, se encuentran interrumpidas debido a la instalación de viviendas precarias; las mismas deben retiradas y reubicadas para generar la continuidad de la calle. A continuación, se replican algunos aspectos del anteproyecto antes mencionado.

Empezando el recorrido desde la intersección de la Av. Chaco y Almirante Brown, se observan determinadas zonas muy bajas con carriles angostos, desagües en malas condiciones, calzada deteriorada y baches que impiden el escurrimiento superficial directo, quedando cúmulos de agua en varias partes del tramo.

En la calle Almirante Brown al 2700 hasta la altura 3300 comienza una zona de camino que costea la Laguna Negra y Blanca siendo muy angosto y no cumpliendo con las medidas mínimas, además en la altura 3000 se encuentra una plazoleta impidiendo una traza continua, lo que implica un desvío muy peligroso, por lo cual en el diseño geométrico se estudiará la posibilidad de que la calzada pase recto tomando parte de la misma.

Los tramos a diseñar y calcular son los tramos de la calle Almirante Brown que se observan en la figura IX.2, se realizará una solución particular para el tramo 2 que se unifica con la calle H.Yrigoyen obteniendo un ancho mayor.



Figura IX.2. Calles a rediseñar. (Fuente: Baldovino-Bundrea. “Anteproyecto: Optimización del tránsito sobre av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas” – 2.017.)

IX.4 Implementación de ciclovías

Una red de ciclovías en la ciudad de Resistencia sería muy beneficioso al tráfico y la sociedad ya que la misma cuenta con condiciones favorables para el uso de bicicletas como lo son:

- **Las distancias:** Las distancias de hasta 10 Km. son ideales para hacerlas en bicicleta ya que pueden cubrirse en 30 ó 35 min. Siendo Resistencia una ciudad con un radio aproximado de 7 Km., este medio de transporte puede contribuir de manera significativa a la descongestión del tránsito vehicular de la ciudad.
- **Las pendientes:** La ausencia de grandes pendientes hacen de Resistencia una ciudad viable para la implementación de este tipo de transportes.
- **La población:** Además de que, la bicicleta es un medio de transporte para todas las edades en trayectos de corta y media distancia, Resistencia presenta la particularidad de tener una gran cantidad de población estudiantil joven, masa de potenciales ciclistas.

El éxito de la bicicleta depende de todos. Una red adecuadamente integrada de ciclovías y bicisendas en la ciudad podría aumentar de manera considerable el número



de usuarios de este tipo de transporte. Cada viaje que se hace en bicicleta produce un ahorro económico, alivia la congestión del tráfico, disminuye la contaminación local del aire y del ruido, y contribuye a mejorar la salud a través de la actividad física.

No importa cuál sea su empleo o posición social, el uso de la bicicleta, nos integra con el ambiente y con los otros. Necesitamos volver a tener una ciudad hecha para la gente. A continuación, algunos beneficios de la bicicleta:

- Nos da más libertad para movernos
- Es saludable y mejora nuestra calidad de vida
- Es ecológico
- Es económica
- Combate el sedentarismo
- Facilita un tránsito más rápido y fluido

Para lograr un diseño eficiente de ciclovías son necesarios estudios de tráfico y de dimensiones geométricas de calles y avenidas del casco céntrico para definir cuáles son las vías las más factibles donde implementarla. Además, son necesarias encuestas, propagandas fomentando su uso y sistemas de préstamos o alquiler de bicicletas.

Otro punto importante en éxito de las ciclovías es complementarlas con el servicio de transporte público. Para ello es necesario un diseño de ciclovías contemplando los recorridos de metabús, estacionamientos para bicicletas fijos (bicicleteros) bien ubicados y porta bicicletas ubicados en la parte delantera o trasera de los colectivos (como se ve en la figura IX.3).



Figura IX.3. Interacción transporte público-bicicletas. (Fuente:

<https://www.airedesantafe.com.ar/noticias-locales-santa-fe/bicicletas-transporte-colectivos/>)



Para la circulación de dos ciclistas en sentido contrario el espacio necesario es la sumatoria de lo correspondiente a 2 ciclistas en sus laterales más próximos (1 m), es decir 2 m. La sección de una ciclovía bidireccional depende también de los obstáculos laterales y las condiciones de los espacios adyacentes. Lo que conlleva a un ancho importante de avenida.

Las siguientes imágenes (ver figura IX.4), realizadas por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP Estados Unidos), fueron capturadas el 9 de Marzo del 2013 en la intersección de las calles Diagonal Roque Sáenz Peña y Avenida 9 de Julio de la Ciudad de Buenos Aires. Las mismas permiten visualizar la diferencia de espacio requerido para transportar el mismo número de pasajeros en automóvil, colectivo y bicicleta. Después de verlo de esta manera, entendemos el motivo por el cual los accesos al centro de nuestra ciudad están colapsados.



Figura IX.4. Avenida 9 de Julio Bs.As. Marzo 2013. (Fuente: ITDP)

IX.5 Propuestas de recorridos alternativos de líneas de colectivos

Las líneas de colectivo que podrían cambiar su recorrido (ya que circulan por calles paralelas) son: 2B, 3A, 3B, 3C, 8A, 8B y 104. Algunas de estas ya circulan por la avenida en algún tramo (2B, 8B y 104). Por lo tanto se sumarían al recorrido de carril exclusivo de metrobus las líneas 3A, 3B, 3C y 8A, dando un total de 14 líneas.



Bibliografía

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1994). Principios de diseño geométrico de carreteras y calles. Buenos Aires: ASSHTO.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). Método para el diseño de pavimentos rígidos. Buenos Aires: ASSHTO.
- Baldovino, A. y Bundrea, I. (2017). Anteproyecto: optimización del tránsito sobre av. 9 de Julio y desarrollo de vías alternativas. Resistencia: UNNE.
- Benitez, N. y Crozuel, M. B. (2010). Diseño de un Sistema de Parada de Colectivo para el Municipio de Florencio Varela. Buenos Aires: UBA.
- Das, B. M. (2006). Principios de ingeniería de cimentaciones. (5ª ed.). Méjico: Thomson.
- Universidad Tecnológica Nacional. (2015). Ciclovías – MBB. Bahía Blanca: UTN.
- Dirección Nacional de Vialidad. (2016). Costo general de los vehículos. Buenos Aires: DNV.
- Herr, L. A. y Bossi, H. G. (1966). Gráficos hidráulicos para el diseño de alcantarillas. Washington: DNV.
- Dirección Nacional de Vialidad. (1998). Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Buenos Aires: DNV
- Dirección Nacional de Vialidad. (1998). Pliego General de la Dirección Nacional de Vialidad. Buenos Aires: DNV
- Dirección Nacional de Vialidad. (2012). Manual de Señalamiento Horizontal de la Dirección Nacional de Vialidad. Buenos Aires: DNV
- Dirección Nacional de Vialidad. (2017). Manual de Señalamiento Vertical de la Dirección Nacional de Vialidad. Buenos Aires: DNV
- César Arias, A. [et. al]. (2010). Guía de Planificación de Sistemas BRT. Autobuses de Tránsito Rápido. New York: ITDP.
- Dirección Nacional de Desarrollo Regional. (2016). Informes productivos provinciales Chaco. Resistencia: DNDR.
- Instituto de Cemento Portland Argentino. (2014). Normas de diseño para pavimentos rígidos. Buenos Aires: ICPA.



- Secretaría de comunicaciones y transporte de Méjico. (2015). Manual de Iluminación Vial. Méjico: SCT.
- Mesa, S. B. (2009). Propuesta para la implementación del sistema “led” para la iluminación pública en Antioquia. Antioquia: EIA.
- Delbono, H. L. (2016). Interfase hormigón-asfalto con interposición de geosintético, en la restauración de pavimentos. Buenos Aires: UTN.
- Chow, V. T., Maidment, D. R. y Mays, L. W. (1994). Hidrología Aplicada. Colombia: Mc Graw-Hill.
- Rey, C. E. (2007). Vulnerabilidad social y organizacional desde la percepción de los jóvenes de Resistencia. Resistencia: UNNE.