Facultad de Ingeniería

Escuela de Construcción Civil

“Anteproyecto de mejoramiento vial para la rotonda de adoquines en Avenida Carlos Díaz comuna de Los Andes”

Por

Fabián Ignacio Zavala González

Trabajo de Título para optar al Título de Ingeniero Constructor

Profesor Guía: Mauricio González Moya

Noviembre, 2023

Dedicatoria y Agradecimientos

A mi amado padre Fabian, mi querida abuela Hilda y mi pareja Valeria, pilares inquebrantables de mi vida. A través de su amor incondicional, paciencia infinita y sabiduría, han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo constante. Esta tesis es un humilde tributo a su sacrificio y dedicación, que han allanado el camino hacia mis logros académicos. Agradezco profundamente su guía y aliento, que han sido la luz en mi camino educativo. Sin su amor y apoyo, nada de lo que soy sería posible. Con todo mi cariño y gratitud, dedico este trabajo a ustedes, con la esperanza de honrar su legado con cada paso que doy en el camino del conocimiento y de la vida. Gracias por creer en mí.

A mis compañeros Claudio, Fabian, Matías, Jorge, Carlos y Axel quienes fueron un apoyo extra y motivación en estos largos años de Universidad, agradezco cada momento vivido queridos amigos.

A mi primo Rodolfo que nos encontramos en el último año de carrera quien me acogió en su hogar sin ninguna condición.

A mi profesor guía Mauricio González que no dudo un segundo en adentrarse en este proyecto apoyándome en lo académico y en ocasiones fuera de ello y a todos los profesores que a lo largo de la carrera aportaron en mi formación para ser un profesional competente en esto llamado construcción que es mi razón de ser.

Índice de contenidos

Dedicatoria y Agradecimientos……..…….2

Lista de Figuras y Tabla……..5

Lista de Abreviatura 7

Resumen 8

1.Introducción 9

2 Planteamiento del problema 10

2.1 Objetivos 13

2.1.1 Objetivo General 13

2.1.2 Objetivos Específicos 13

2.1.3 Alcances 13

3. Marco teórico……14

3.1 Estado del Arte 14

3.2 Anteproyecto 16

3.2.1 Estudio de Ingeniería Básica 16

3.2.2 Verificación de los Parametros de Diseño 16

3.2.3 Estudio del Trazado Óptimo en cada ruta 16

3.2.4 Selección de mejor alternativa 16

3.3 Importancia del pavimento en Chile 17

3.4 Pavimentos……17

3.4.1 Pavimento de adoquines 17

3.4.2 Estructura del pavimento 17

3.5 Patologías de un pavimento de adoquines de piedra 18

3.5.1 Deformaciones 18

3.5.2 Desprendimientos 20

3.5.3 Desplazamientos……21

3.5.4 Otros deterioros 22

3.6 Tipos de conservación y mantenimiento 24

3.7 Seguridad Vial 2225

3.7.1 Señaletica vertical 25

3.7.2 Demarcaciones 29

3.7.3 Vallas Peatonales 29

3.8 Evacuacion de Aguas Lluvias 30

3.9 Zona peatonal 32
3.9.1. Acera 32
3.9.2. Vereda 32
3.10. Accesibilidad Universal 33
3.10.1. Circulación libre 33
3.10.2. Cruce peatonal 34
3.10.3. Pavimento 35
3.11. Caracteristicas de los pavimentos 35
3.11.1. Adoquin de piedra 35
3.11.2. Hormigon H-30 37
4. Metodología de la investigación 39
5. Desarrollo 45
5.1 Diagnóstico del estado de la rotonda 45
5.1.1 Topografia por GPS 45
5.1.2 Desarrollo de ficha de inspección visual 46
5.1.3 Interpretacion de datos obtenidos 47
5.2 Propuesta de solución técnica para mejoramiento 50
5.2.1 Evaluación de alternativas 50
5.2.2 Selección de alternativas 52
5.2.3. Especificaciones Tecnicas 54
5.3 Entrega de presupuesto y programacion para el mejoramiento vial 57
5.3.1 Planimetria proyectada 57
5.3.2. Cubicacion de obras necesarias 61
5.3.3 Presupuesto para obras de mejoramiento 62
5.3.4 Programación 63
6. Conclusión 64
7. Bibliografía 65

Lista de Figuras y Tablas

(Figura 2.1: Emplazamiento rotonda en Av. Carlos Díaz..... 10
(Figura 2.2: Rotonda de Av. Carlos Díaz.....11
(Figura 2.3:Entrada Av. San Rafael) 12
(Figura 3.1: Red Vial Básica Comuna de Los Andes.....15
(Figura 3.2: Estructura típica de un pavimento de adoquín) 17
(Figura 3.3: Patología de Ahuellamiento) 19
(Figura 3.4: Patología de pérdida de arena) 20
(Figura 3.5: Patología de desplazamiento de juntas.....21
(Figura 3.6: Patología de escalonamiento entre adoquines..... 22
(Figura 3.7: Patología de juntas abiertas..... 23
Figura 3.8: Dimensiones para señalética según velocidad de proyecto.....27
Figura 3.9: Esquema de reflexión de las luces .....**Error! Bookmark not defined.**
Figura 3.10: Distancias mínimas para señalética en vías 28
Figura 3.11: Ejemplo de Vallas peatonales 29
Figura 3.12: Sumidero Horizontal 30
Figura 3.13: Sumidero Lateral.....31
Figura 3.14: Sumidero Mixto.....31
Figura 3.15: dimensiones mínimas para ruta accesible 33
Figura 3.16: Pasos y Cruces peatonales 34
Figura 3.17: Pavimento Podotáctil de Alerta y Guía 35
Figura 4.1: Organigrama de Metodología de Investigación del Anteproyecto.....39
Tabla 4.1: Formato de ficha de inspección visual.....42
Tabla 5.1: Ficha de inspección visual.....46
Figura 5.1: Nube de puntos y coordenadas.....45
Figura 5.2: Gráfico de porcentaje de deterioro.....47
Figura 5.3: Gráfico de cantidades de deterioro.....48
Figura 5.4: Porcentaje de Nivel de severidad.....49
Tabla 5.2: Nivel de servicio.....49
Tabla 5.3: Costos asociados a un pavimento nuevo de adoquines.....50
Tabla 5.4: Costos asociados a un pavimento de adoquines recolocados.....51

Tabla 5.5: Costos asociado a un pavimento de hormigon……52
Tabla 5.6: Cuadro comparativo de alternativas ……52
Figura 5.5: Aparejo Espina de pescado 45° ……...55
Figura 5.6: Detalle de paso peatonal……56
Figura 5.7:Esquema de pavimento podotáctil……..57
Figura 5.8: Extracto Planta de Arquitectura ……58
Figura 5.9: Extracto Perfil Transversal ……..58
Figura 5.10: Detalle cruces peatonales. ……...59
Figura 5.11: Ruta accesible proyectada…….. ……60
Figura 5.12: Cubicacion total de partidas necesarias……..61
Figura 5.13: Programación de obra ……62
Figura 5.14: Programacion……63

Lista de abreviaturas

MC V N°: Manual de carreteras Volumen N°

MOP: Ministerio de Obras Publicas

DOM: Dirección de Obras Municipales

Av.: Avenida

MST: Manual de Señalización de Tránsito

Resumen

El presente anteproyecto tendrá como finalidad principal evaluar la realización de un mejoramiento vial de la rotonda de adoquines de piedra de la Avenida Carlos Díaz, ubicada en la comuna de Los Andes, región de Valparaíso. Este mejoramiento vial busca dar una solución al problema actual de la rotonda, la cual se encuentra en un estado de deterioro dado el tráfico de vehículos de alto tonelaje. Todo lo mencionado anteriormente propicia que la calzada no se encuentre en óptimas condiciones para ser transitada.

Para comenzar con el desarrollo de este estudio se propone un objetivo general y tres objetivos específicos, comenzando principalmente en realizar un diagnóstico básico en conjunto a el desarrollo de una ficha de inspección que corresponde a una inspección visual del estado en que se encuentra la rotonda, reconociendo los elementos en estado de deterioro junto a un levantamiento topográfico una vez obtenidos los datos, se procede al desarrollo de las siguientes etapas proponiendo una propuesta para el mejoramiento de la rotonda de la Av. Carlos Diaz con todas las partidas necesarias para finalmente realizar un presupuesto y una programación de las obras proyectadas.

1. Introducción

La ley N° 8.946 publicada en el año 2006, transfiere la responsabilidad de velar por el buen uso y la correcta mantención de las calles a las municipalidades correspondientes a cada comuna al ser usadas como bienes nacionales de uso público. Mediante el cual la falta de recursos y el interés de mantener las calles se justifica como razón a lo largo de todo el país.

La comuna de Los Andes no ha sido la excepción a la regla debido a que la rotonda de la Avenida Carlos Díaz facilita la conexión de tres arterias principales de la ciudad no encontrándose en óptimas condiciones para su uso.

El presente estudio tiene como problemática principal el deterioro del pavimento por ello se buscará dar una solución a esta situación particular.

Además, se presentará de forma detallada la solución para la problemática propuesta recabando todos los antecedentes para la correcta realización de un mejoramiento vial de la rotonda de adoquines de piedra.

2. Planteamiento del problema

La vialidad urbana, la congestión en las ciudades y los nuevos estándares de los ciudadanos exigen el desarrollo de la ciudad con el fin de que sean sostenibles y cohesionadas para fomentar los viajes eficientes, accesibles, seguros y saludables. La mayor necesidad de inversión se registra en el periodo de 2022-2031 que requiere de 54.864 MUS$ en vialidad urbana (IDS, 2022). La conservación vial según el Manual de Carreteras corresponde a los métodos y acciones que se ejecutan sobre la infraestructura vial para devolver su condición de diseño incluyendo obras como pavimentos básicos (MC V N°7, 2022).

Los Andes con el pasar de los años ha ido creciendo poblacional y urbanísticamente incorporando a su infraestructura céntrica escuelas, comercio y servicios de salud entre otros. La rotonda de Av. Carlos Díaz al ser la construcción vial que facilita el flujo de tráfico en intersecciones de la ciudad dentro de ella la Av. Argentina, Av. Santa Teresa y la Avenida Hermanos Maristas (Figura 2.2). Todo lo anterior derivó a un problema técnico del pavimento debido al exceso de cargas a las que fue sometida la rotonda de adoquines de piedra dado el tránsito continuo de vehículos de alto tonelaje provenientes de países vecinos como Argentina, Brasil y Paraguay, en el entonces funcionamiento de la ex Aduana de Los Andes que se situó en las dependencias de la Av. Hermanos Clark durante los años 1989 a 2004.La Avenida Carlos Díaz es y fue el símbolo de crecimiento en Los Andes, al ser por décadas una arteria tradicional utilizada como el único punto de acceso a la cuidad para todos los viajeros desde la estación de ferrocarril, su importancia en la época fue aumentando debido a la demolición de la antigua estación de Ferrocarriles del Estado. La avenida lleva su actual nombre en gratitud a Carlos Díaz Escudero que primeramente fue un vecino andino ligado a instituciones importantes de la ciudad desde la segunda mitad del siglo XIX, asumiendo como alcalde electo en dos periodos 1909-1912 y luego en 1918 hasta su deceso y en medio de dichos periodos fue designado como Administrador del Hospital San Juan de Dios de Los Andes, durante esos periodos tuvo 3 principales obras como la construcción de la Plaza Pila Chica, la pérgola de la plaza de armas, el mejoramiento y hermoseamiento de calles de la ciudad entre ellas, la actual avenida que al día de hoy lleva su nombre.



Figura 2.1: Emplazamiento rotonda en Av. Carlos Díaz

Fuente: Google Earth

De acuerdo a lo previamente mencionado el área de estudio perjudica el cómodo tránsito de sus usuarios en la actualidad debido a la condición de deterioro en la que se encuentra junto a la falta de mantenciones preventivas al pavimento. Tal como se observa en la Figura 2.2.



Figura 2.2: Rotonda de Av. Carlos Díaz

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente la entrada de la rotonda por Av. San Hermanos Maristas es el tramo de la rotonda que se encuentra en mayor deterioro presentando signos múltiples de patologías propias de un pavimento articulado como se muestra en la Figura 2.3.



Figura 2.3:Entrada Av.Hermanos Maristas

Fuente: Elaboración propia

Para satisfacer el presente anteproyecto se estableció un objetivo general del cual se desprenden tres objetivos específicos para su desarrollo.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Realizar un anteproyecto de mejoramiento vial para una rotonda en Av. Carlos Díaz, Los Andes

2.1.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la rotonda
- Proponer una solución técnica para el mejoramiento de la rotonda
- Entregar un presupuesto y programación incorporando todas las obras necesarias para el mejoramiento.

2.1.3 Alcances

- El estudio se desarrollará en la rotonda de la Avenida Carlos Díaz en Los Andes, región de Valparaíso.

3. Marco teórico

3.1 Estado del arte

La rotonda de adoquines de piedra de la zona céntrica de la comuna de Los Andes es una de las intersecciones comúnmente más transitadas y con precaria mantención, actualmente presenta un deterioro notable en su estructura típica lo que provoca molestias y accidentes de los conductores que transitan por dicha intersección.

En la rotonda de Av. Carlos Díaz actualmente no se han realizado trabajos, únicamente la reparación de una rotura de matriz de agua potable en la entrada a la rotonda por Av. Argentina, intervinieron su paquete estructural hasta llegar a la matriz para finalmente reparar la capa de rodadura pavimentándose con un parche asfaltico comprometiendo la homogeneidad del pavimento, no realizando un proceso constructivo de calidad debido a que la reparación es propia de un pavimento asfaltico.

Durante el año 2021, se registraron en el país 80.751 siniestros de tránsito, en la región de Valparaíso llegó a 8.635 siniestros, dado que la comuna de Los Andes registró un total de 420 siniestros y de estos, 112 se asocian a deficiencias viales (CONASET, 2021)

Dado que, a la fecha, no se ha presentado una solución para esta problemática la rotonda de Avenida Carlos Díaz sigue actualmente en dicho estado.

Existen variadas técnicas de inspección visual, diseñadas mayormente para carreteras, como es el método SHRP de Estados Unidos (SHRP, 1993), El método del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2001) y por último el método del Estado de Washington (Slot, 1992) entre otros. Para las zonas urbanas de Chile se aplica el Estudio de mantenimiento vial urbano (MANVU), metodología recomendada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Para la detección de las fallas en el pavimento de estudio, se utilizará como guía la Metodología simplificada ya antes mencionada (MANVUSIMP), recomendada por el MINVU. (Vilches, 2022).

El pavimento existente presenta zonas con deterioros importantes y según las patologías que presenta el pavimento de adoquines existen técnicas específicas que pueden variar según las condiciones del mismo entre ellas el reacondicionamiento o reconstrucción de lo existente agregando las opciones de construir un nuevo pavimento asfaltico o de hormigón.

Para el caso actual prima la conservación de la capa de rodadura y se adoptara la solución según el alcance del daño acorde a las patologías propias que presenta un pavimento de este tipo como son las deformaciones y desplazamientos, entre otras. Abarcando la reparación de la superficie del pavimento estas variantes resultan técnica y económicamente más beneficiosa en lugar de construir un pavimento nuevo. (Vílchez, I. 2016).

En la Figura 3.1 se muestran la red vial básica de los distintos tipos de vías que presenta la ciudad de Los Andes en conjunto a las que intersecciones con la rotonda de estudio, a continuación, se nombrará cada una de las vías que se aprecian en distintos colores ordenando según su categoría:

- Troncal (Rojo)
- Servicio (Morado)
- Colectora – distribuidora (Celeste)

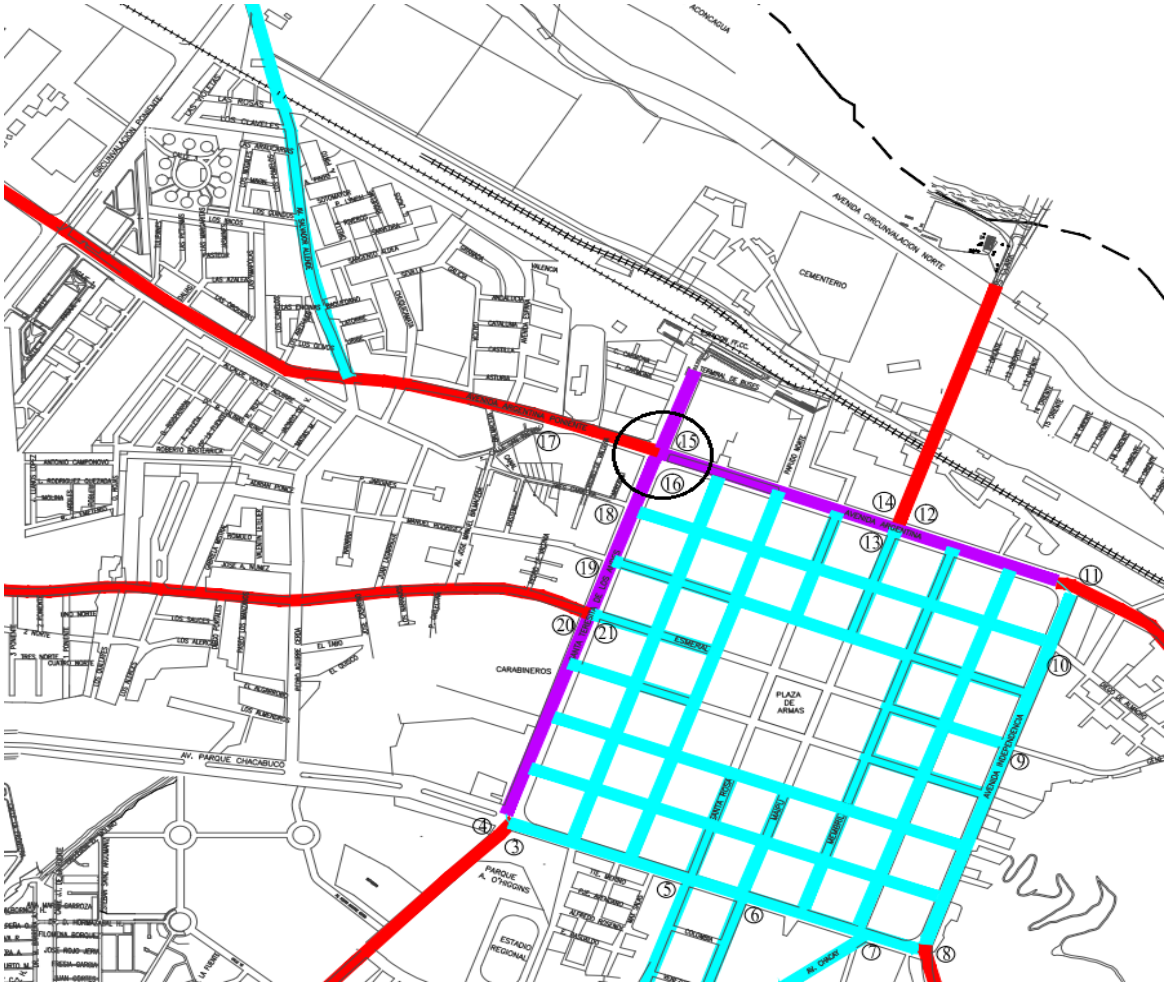


Figura 3.1: Red Vial Básica Comuna de Los Andes

Fuente: Dirección de Obras

3.2 Anteproyecto

Para entregar un contexto más amplio de la metodología a utilizar se establece como un concepto fundamental que será nombrado en el completo desarrollo de este trabajo. Según el Manual de Carreteras Volumen N° 2, un anteproyecto permite establecer con una buena aproximación, las características finales de las diversas alternativas de trazado y provee la información necesaria para seleccionar la mejor de ellas mediante un estudio de Evaluación Social a Nivel de Factibilidad. El concepto tradicional se asocia a la metodología que en la versión de 1983 se denominaba "Anteproyecto con levantamiento previo". (Ministerio de Obras Públicas, 2016)

Un anteproyecto presenta las siguientes etapas:

3.2.1 Estudio de Ingeniería Básica

En esta etapa del anteproyecto se consideran los levantamientos topográficos, reconocimientos geotécnicos de la ruta entre otros estudios relacionados.

3.2.2 Verificación de los Parámetros de Diseño

En esta etapa a partir de los estudios anteriores se afinan los parámetros verificando los detalles asociados a cada alternativa, verificando si se producen cambios significativos en las cantidades de obras asociadas a un sector conflictivo que pone en peligro la factibilidad del proyecto desde el punto de vista funcional.

3.2.3 Estudio del Trazado Optimo en Cada Ruta

Una vez seleccionado el trazado optimo elegido por los proyectistas, se procede a optimizarlo a mayor detalle se da el caso que puedan existir dos alternativas de trazado óptimo para una misma ruta.

3.2.4 Selección de la Mejor Alternativa

En esta etapa a través del Estudio de Factibilidad se procede a elegir la mejor de las alternativas analizadas.

3.3 Importancia del pavimento en Chile

El pavimento cumple un papel crucial en el desarrollo y la infraestructura de Chile, ya que es un componente esencial de las vías de comunicación terrestre porque brinda una superficie de rodadura segura y cómoda para el tránsito vehicular promoviendo principalmente la conectividad y el desarrollo económico del país, en Chile se enfrenta a desafíos significativos dadas las condiciones climáticas extremas, topografía variada y el alto volumen de tráfico y cargas por ciudad. (MOP, 2021)

Por eso es de vital importancia la calidad y el mantenimiento correspondiente del pavimento, pues garantizan la seguridad vial de los usuarios durante todo el año.

3.4 Pavimentos

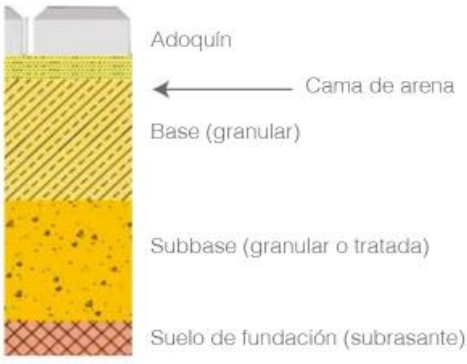
Resultan ser estructuras compuestas por capas de diferentes materiales, que se construyen sobre un terreno natural, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y/o móviles durante un periodo de tiempo predeterminado en su cálculo que en paralelo recibe algún tipo de tratamiento para extender su vida de servicio (Edgard, 2009)

3.4.1 Pavimento de adoquines

“Pavimento conformado por elementos naturales (adoquines de piedra) o artificiales (de mortero de cemento), dispuestos sobre una subbase granular y una cama de arena. Es un pavimento de tipo discontinuo o por elementos.

3.4.2 Estructura del pavimento de adoquín

La composición del pavimento de adoquines se construye a través de distintas capas como se muestra en la figura del perfil transversal tipo de un pavimento de adoquines



(Figura 3.2: Estructura típica de un pavimento de adoquín)

Captura: Instituto Chileno del hormigón

- **Adoquín:** la función del adoquín es proporcionar una superficie de rodado resistente, durable y funcional de este tipo de pavimento.

- **Cama de área:** La cama de arena sirve de base para la colocación de adoquines y permitir la consolidación producto de la compactación.

- **Base:** Su principal función es la transmisión y repartición de cargas las capas inferiores del pavimento: subbase y subrasante

- **Subbase:** es la capa ubicada entre la base y subrasante su función principal, debe brindar apoyo uniforme y permanente al pavimento.

- **Subrasante:** Es la capa que debe resistir los esfuerzos transmitidos por el pavimento y los efectos del medio ambiente, sobre ella se construyen pavimentos y bermas.

3.5 Patologías de un pavimento de adoquines de piedra

De acuerdo con los objetivos específicos establecidos, se realizará un levantamiento del estado actual en que se encuentra la rotonda, identificando las patologías encontradas en la misma y su grado de severidad. Seguido se describirá las patologías encontradas en el pavimento y las posibles causas de su deterioro. (Higuera & Pacheco, 2010).

3.5.1 Deformaciones

Las deformaciones como su nombre lo indica son cambios repentinos en los perfiles de los pavimentos. Estos cambios tienen flechas apreciables que repercuten negativamente en el confort de los usuarios al trasladarse.

- **<u>Ahuellamiento</u>**

Está descrita como una depresión que se presenta a lo largo del sentido del tráfico, bajo las huellas por donde circulan los vehículos.

Causas:

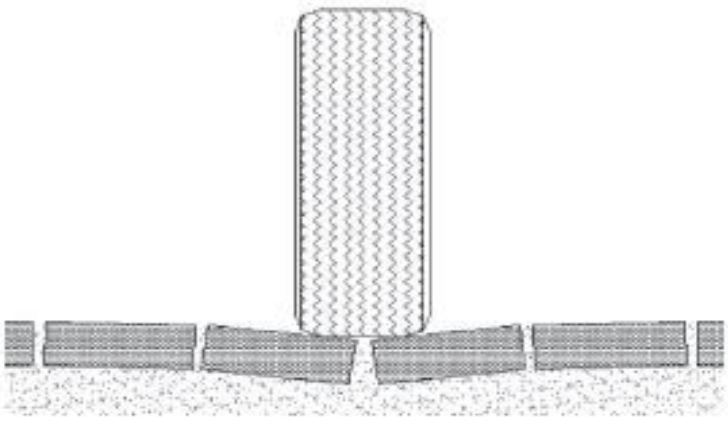
- se presentan debido a hundimientos causados por las cargas del tránsito.
- Consolidación de las capas subyacentes

- Inadecuada compactación de las capas estructurales.
- Aparcamiento de vehículos pesados durante mucho tiempo.

Severidad:

- **Baja**: Flecha menor de 20 mm
- **Media**: Flecha entre 20 y 40 mm
- **Alta**: Flechas mayores a 40 mm

Representación gráfica:



(Figura 3.3: Patología de Ahuellamiento)

Fuente: Higuera & Pacheco, 2010

3.5.2 Desprendimientos

Se define desprendimiento como se deben a la pérdida de material en zonas localizadas del pavimento transitado

- **<u>Perdida de Arena</u>**

Es la desaparición de las partículas de arena alrededor y/o sobre los adoquines, precisamente en las uniones de juntas.

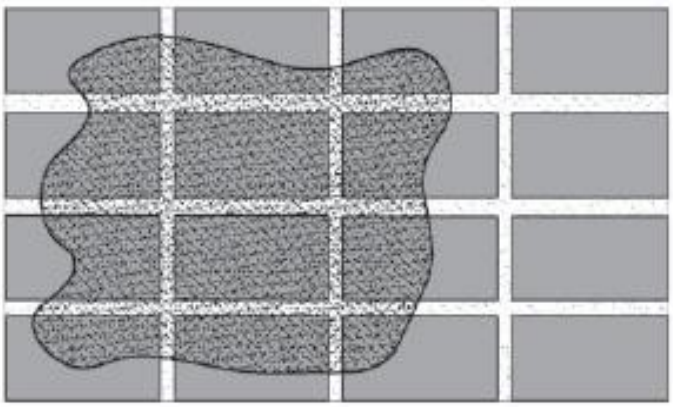
Causas:

- Arrastre de material fino por expulsión de agua al paso de los vehículos
- Juntas abiertas
- Desplazamiento de juntas

Severidad:

- **Baja:** Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia la perdida de arena del sello, área inferior a 0.5 m2.
- **Media:** Se presenta en las zonas con áreas superiores a 0.5 m2.
- **Alta:** Se presentan asentamientos y pérdida de los perfiles del pavimento.

Representación gráfica:



(Figura 3.4: Patología de pérdida de arena)

Fuente: Higuera & Pacheco, 2010

3.5.3 Desplazamientos

Los desplazamientos son el desfase localizado de los elementos constitutivos del pavimento en el caso actual corresponde al desplazamiento de los propios adoquines.

- **<u>Desplazamiento de juntas</u>**

Los adoquines se apartan de su alineamiento inicial. Generalmente se da en hiladas de adoquines rectangulares.

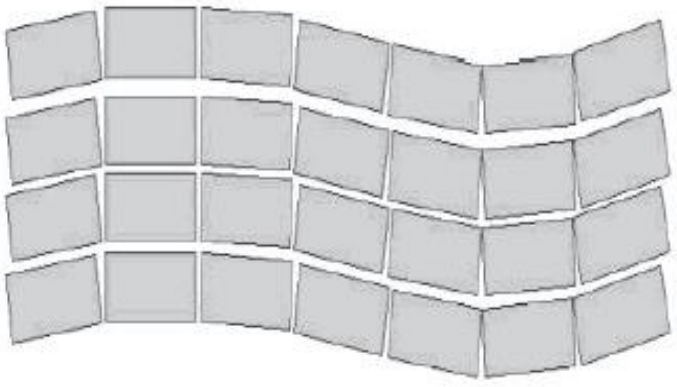
Causas:

- Se produce en zonas de frenado
- Se produce en zonas con alta pendiente
- No se respetó la distancia adecuada entre adoquines

Severidad:

- **Baja:** La separación promedio de la junta es menor a 5 mm.
- **Media:** Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m2.
- **Alta:** las separaciones de las juntas están entre 5 y 10 mm.

Representación gráfica:



(Figura 3.5: Patología de desplazamiento de juntas)

Fuente: Higuera & Pacheco, 2010

3.5.4 Otros deterioros

En esta categoría anexa se encuentran diversos deterioros que afectan el correcto funcionamiento estructural y funcional del pavimento descrito con anterioridad.

- **<u>Escalonamiento entre adoquines</u>**

Principalmente se debe al cambio brusco de nivel entre hiladas de adoquines respecto a su línea de nivelación.

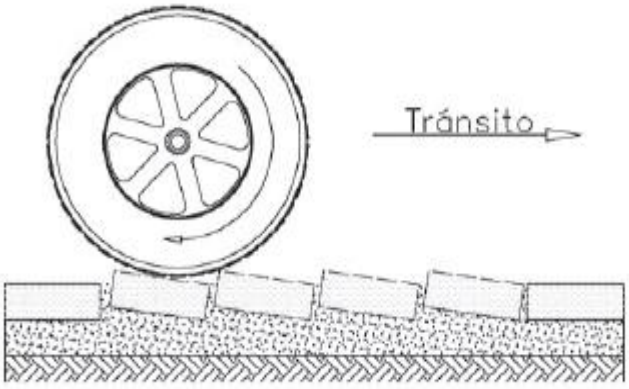
Causas:

- Error constructivo y/o precarias técnicas de construcción
- Torsiones ocasionadas por las cargas excesivas del tráfico
- El diseño de colocación no es el más apropiado

Severidad:

- **Baja:** Altura del desnivel promedio es menor a 5 mm
- **Media:** Altura del desnivel promedio esta entre 5 y 10 mm
- **Alta:** El desnivel promedio es mayor a 10 mm

Representación gráfica:



(Figura 3.6: Patología de escalonamiento entre adoquines)

Fuente: Higuera & Pacheco, 2010

- **Juntas abiertas**

Como su nombre lo presenta, se debe a la separación entre juntas de adoquines superiores a 3 mm, permitiendo la pérdida de arena entre juntas y la incrustación de partículas, provocando la destrucción de las aristas de los adoquines.

Causas:

- Se produce por altas cargas del tráfico vehicular
- Confinamiento o falta de estos
- Inexistencia del sello de juntas
- Precarias técnicas constructivas

Severidad:

- **Baja**: La separación de la junta es menor a 5 mm
- **Media:** La separación de las juntas está entre 5 y 10 mm
- **Alta**: las separaciones de las juntas son mayor a 10 mm

Representación gráfica:



(Figura 3.7: Patología de juntas abiertas)

Fuente: Higuera & Pacheco, 2010

3.6 Tipos de conservación y mantenimiento

En Chile, se implementan diversos métodos de conservación de pavimentos para mantener la calidad de las vías, desde el mantenimiento preventivo y rutinario hasta el mantenimiento correctivo y la rehabilitación de la infraestructura vial con el fin de mantener su condición de diseño inicial, estas acciones buscan preservar la integridad de las vías para preservar su vida útil, garantizando la seguridad y comodidad de los usuarios. Según Manual de Conservación de Pavimentos del Ministerio de Obras Públicas de Chile, 2019)

Se presentan los siguientes tipos de conservación:

a) **Mantenimiento preventivo:** "El mantenimiento preventivo tiene por objetivo prolongar la vida útil del pavimento, su nivel de servicio retrasando la aparición de fallas estructurales y funcionales". Este tipo de conservación incluye acciones como el sellado de fisuras, la aplicación de tratamientos superficiales y la rehabilitación de baches (MOP, 2019).

b) **Mantenimiento rutinario:** "El mantenimiento rutinario tiene por finalidad preservar la integridad estructural y funcional de los pavimentos, mediante la ejecución de actividades periódicas". Este tipo de conservación implica tareas regulares como la limpieza de drenajes, la reposición de señalización vial y la reparación de pequeños daños superficiales (MOP, 2019).

c) **Mantenimiento correctivo:** "El mantenimiento correctivo tiene por objetivo restaurar la funcionalidad y seguridad del pavimento, mediante la reparación de fallas o defectos presentes". Este tipo de conservación involucra la rehabilitación de sectores deteriorados, como la reconstrucción de capas de rodadura o la reparación de problemas estructurales (MOP, 2019).

d) **Rehabilitación:** "La rehabilitación tiene como finalidad restaurar la capacidad estructural y de servicio del pavimento deteriorado, mediante la realización de intervenciones mayores "Este tipo de conservación implica la ejecución de obras de mayor envergadura, como el fresado y reciclado de capas de rodadura, la reconstrucción de bases y la aplicación de nuevos tratamientos de pavimentación (MOP, 2019).

3.7 Seguridad Vial

La seguridad vial es importante dentro de una vía porque que permite prevenir accidentes de tráfico con la finalidad de proteger la vida de los peatones, ciclistas y conductores que circulan por las vías públicas, debido que estos mismos son una de las principales causas de muerte de jóvenes en el rango de edad de 15 a 29 años en el mundo (OMS, 2019).

3.7.1 Señales Verticales

La función de las señales es reglamentar o advertir de peligros o informar acerca de rutas, direcciones, destinos y lugares de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en lugares donde los peligros no son de por sí evidentes. (MST, s/f)

Los elementos dentro de la vía deben satisfacer los siguientes requisitos mínimos para cumplir íntegramente su objetivo:

a) Debe ser necesaria
b) Debe ser visible y llamar la atención del conductor
c) Debe ser legible y fácil de entender
d) Debe dar tiempo de reacción para responder adecuadamente a una maniobra
e) Debe ser creíble

Estas señales se utilizan para comunicar mensajes importantes sobre las condiciones de la carretera, restricciones de tráfico entre otros aspectos relacionados con la seguridad vial. Para así cumplir con los siguientes requisitos:

- **<u>Clasificación</u>**

De acuerdo a la función que desempeñada cada una de las señales se clasifican en 3 grupos:

a) Señales Reglamentarias: Notifica a los usuarios de las vías las prioridades en su uso, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

b) Señales de Advertencia de Peligro: Su propósito es advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

c) Señales Informativas: Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

Las señales para cumplir con su objetivo principal deben considerar características básicas mínimas que se deberán contener tales como:

- **Mensaje**

Toda señal debe transmitir un mensaje inequívoco al usuario del sistema vial, lo que se logra a través símbolos y/o leyendas. Estas últimas se componen de palabras y/o números. Dado que los símbolos se entienden más rápidamente que las leyendas, se recomienda dar prioridad al uso de ellos, los que deben corresponder a los especificados en este Manual.

- **Forma y Color**

La forma y color que caracterizan a cada señal facilita que sean reconocidas y comprendidas por los usuarios de la vía. Señalando lo siguiente:

a) Señales Reglamentarias: su forma es circular y sólo se acepta inscribir la señal misma en un rectángulo cuando lleva una leyenda adicional.

b) Señales de Advertencia de Peligro: tienen la forma de un cuadrado amarillo, que se coloca con una de sus diagonales en forma vertical.

c) Señales Informativas: son rectangulares, pudiendo su lado mayor colocarse tanto horizontal como verticalmente.

- **Tamaño**

El tamaño de las señales de tránsito está dado en función de la velocidad máxima permitida por cada zona, ya que ésta determina las distancias mínimas a la que la señal debe ser vista y leída. Se establecen y consideran rangos de velocidades:

- Menor o igual a 50 km/h

- 60 o 70 km/h
- 80 o 90 km/h
- 100 o 110 km/h
- 120 km/h o más
-

De acuerdo a la velocidad máxima permitida para la entrada a una rotonda se utilizará en el anteproyecto el primer punto que indica velocidad menor o igual a 50 km/h con medidas referenciales para el rango establecido.

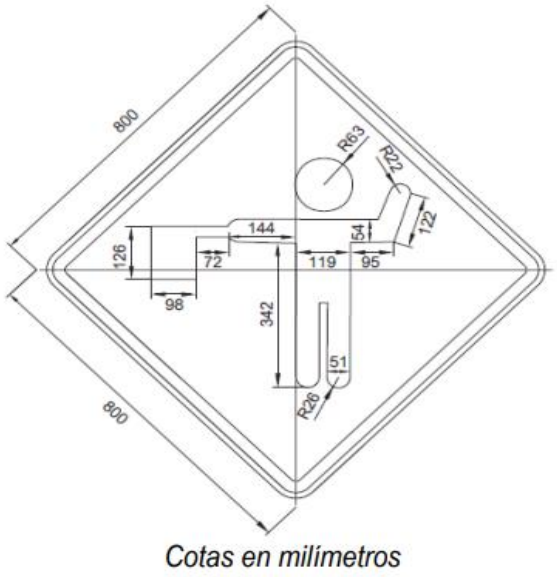


Figura 3.8: Dimensiones para señalética según velocidad de proyecto

Fuente: Manual de Señalización del Tránsito

- **<u>Emplazamiento</u>**

Para que las señales puedan ser percibidas por los conductores es preciso que éstas se ubiquen dentro de su cono de atención, esto es, dentro de 10º respecto de su eje visual, evitando instalarlas alejadas de la calzada, demasiado elevadas o muy bajo respecto del nivel de ésta. Es por esto que se recomienda que sean situadas al borde de la calzada disminuyendo además las posibilidades de ser embestidos por vehículos que circulan por las vías (MST, s.f.).

Generalmente los conductores están acostumbrados a encontrar las señales al lado derecho de la vía, por lo tanto, es donde deben ser ubicadas. Sin embargo, cuando existen movimientos vehiculares

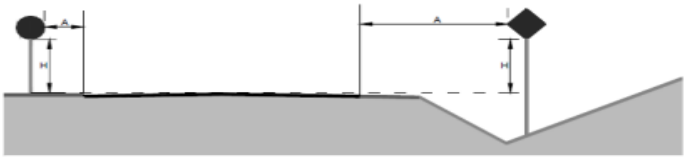
complejos, vías de un sentido con dos o más pistas de circulación o zonas de no adelantar, es conveniente reforzar la señal instalando otra idéntica al lado izquierdo.

Para asegurar la eficacia de la función de una señal su emplazamiento debe considerar lo siguiente:

a) distancia entre la señal y la situación a la cual ella se refiere o ubicación longitudinal
b) distancia entre la señal y la calzada o ubicación lateral
c) altura
d) orientación

- **Altura**

Se recomienda para asegurar la visibilidad de la señal principalmente su elevación quedará definida por la altura de los vehículos en circulación con el fin de evitar que afecte la visibilidad de la misma. Los valores recomendados para la altura del borde o punto más bajo de una señal respecto de la parte más alta de la calzada. Ver Figura 3.10



	A (m)	H (m)	
	Mín.	Mín.	Máx.
Autopistas y Autovías	3,5	1,5	2,2
Vía Convencional Rural con velocidad máxima ≥ 90 km/h	3	1,5	2,2
Vía Convencional Rural con velocidad máxima ≤ 80 km/h	2,5*	1,5	2,2
Vía Convencional Urbana con Solera	0,3	1,8	2,2
Vía Convencional Urbana sin Solera	1,5	1,8	2,2

Figura 3.10: Distancias mínimas para señalética en vías

Fuente: Manual de Señalización del Tránsito

- **Orientación**

Se recomienda orientar las señaléticas a modo de que su cara frontal sea paralela al eje de la calzada formando un ángulo de 90°.

3.7.2 Demarcaciones

Al igual que en las señales verticales se utilizan para regular la circulación, advertir o guiar a los conductores, la ventaja que presenta la demarcación frente a otros tipos de señales, se debe a que transmite su mensaje al usuario sin que distraiga su atención de la pista por la cual circula.

Se clasifican de la siguiente forma:

A) Líneas longitudinales:

Se emplean comúnmente para delimitar pistas y calzada.

B) Líneas transversales:

Se emplean fundamentalmente para indicar cruces y lugar donde los vehículos deben detenerse además de zonas de cruce de peatones o bicicletas (ceda el paso y pare)

3.7.3 Vallas peatonales

Las vallas peatonales se consideran un método de protección para a los peatones, con su propósito principal de proporcionar seguridad y separación entre los peatones y la calzada adyacente. Se deben ubicar en el perímetro de la rotonda hasta la llegada de un paso de cebra

Representación gráfica:



Figura 3.11: Ejemplo de Vallas peatonales

Fuente: Manual de Señalización del Tránsito

3.8 Evacuación de Aguas Lluvias

En la ciudad de Los Andes y principalmente en la rotonda de la Av. Carlos Díaz actualmente existe un sistema de evacuación de aguas lluvias provenientes de las precipitaciones que son captadas por 2 sumideros existentes en el pavimento, su evacuación finaliza en un canal adyacente al área. Los sumideros de recolección no presentan problemas de escurrimiento ni embancamiento, pero su estado actual presenta hundimiento de -0,05 cm respecto de la capa de rodadura observado en el levantamiento topográfico del lugar, agregando que uno de los sumideros existentes no cumple con la normativa vigente del Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación del MINVU. Dado esto para el presente anteproyecto se propone la rehabilitación y el cambio de sumidero referente al código de normas antes mencionado.

- **Tipos de Sumidero**

Existen 3 tipos de sumideros para evacuación de aguas lluvias en Chile a continuación serán presentados

- **Sumidero Horizontal**

Con rejilla y ubicados en la cuneta funcionan en forma efectiva dentro de un rango amplio de pendientes de la calle. Su inconveniente es que las rejillas se obstruyen con facilidad y pueden generar inconvenientes para ciclistas y peatones.

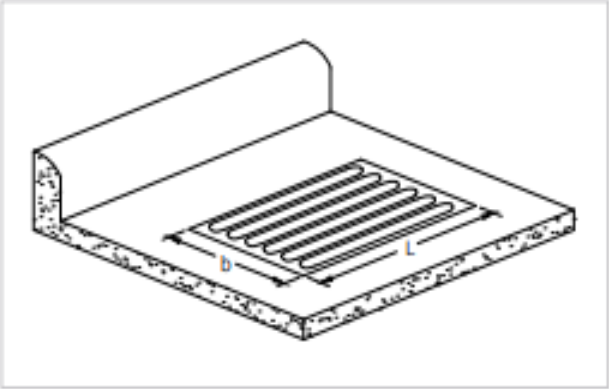


Figura 3.12: Sumidero Horizontal

Fuente: Código de Normas y EE.TT. de Obras de Pavimentación

- **Sumidero Lateral**

Funcionan admitiendo objetos arrastrados por la corriente, pero su capacidad decrece con la pendiente, de manera que no se recomiendan para calles con pendientes longitudinales superiores al 3%

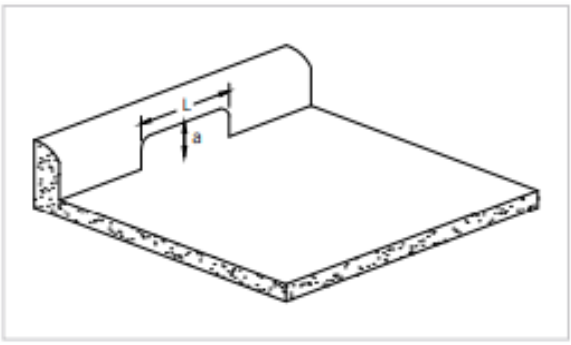


Figura 3.13: Sumidero Lateral

Fuente: Código de Normas y EE.TT. de Obras de Pavimentación

- **Sumidero Mixto**

Combinan aberturas horizontales en la cuneta y laterales en la solera. Se recomiendan para un amplio rango de condiciones

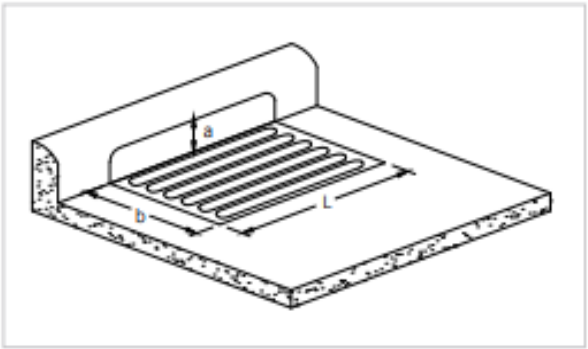


Figura 3.14: Sumidero Mixto

Fuente: Código de Normas y EE.TT. de Obras de Pavimentación

3.9 Zona Peatonal

La zona peatonal en Chile es un área pública reservada exclusivamente para el tránsito de peatones contemplando los siguientes elementos que serán descritos a continuación.

3.9.1 Acera

Según lo descrito por el Glosario Educación Vial acera está definida como la parte de una vía destinada al uso de peatones, así deben cumplir con parámetros mínimos para garantizar la seguridad y accesibilidad de los peatones descritos en el Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas.

3.9.2 Vereda

La vereda está definida como un camino peatonal que se ubica entre la línea de edificación y la calzada destinada al tránsito de personas (MOP, 2023)

- **Dimensiones**

El ancho mínimo de una vereda debe ser de 1,2 metros, es el ancho suficiente para que dos personas puedan circular cómodamente.

- **Pendiente**

La pendiente máxima de una vereda debe ser del 10%

- **Materialidad**

Deben ser antideslizantes y resistente al desgaste comúnmente son construidas de hormigón, baldosas o cerámica

- **Accesibilidad**

Las veredas deben ser accesibles para todas las personas por ello contendrán rampas, pasamanos y señalización adecuada.

3.10 Accesibilidad Universal

La definición de accesibilidad universal es la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas, en condiciones de seguridad y comodidad, de la forma más autónoma y natural posible (Art. 1.1.2 O.G.U.C).

Para acondicionar el área de estudio se hace necesario entender el concepto de ruta accesible que es la parte de una vereda o de una circulación peatonal, de ancho continuo apta para cualquier persona con pavimento estable (Art 1.1.2 O.G.U.C,) Para proyectar la ruta accesible en las veredas existentes y en las proyectadas con la finalidad de que estén rectificadas a la normativa vigente de la O.G.U.C.

3.10.1 Circulación Libre

Para una circulación libre se debe respetar estrictamente el ancho mínimo de 1,2 metros y de alto mínimo 2,1 metros de forma como se muestra en la figura 3.15.

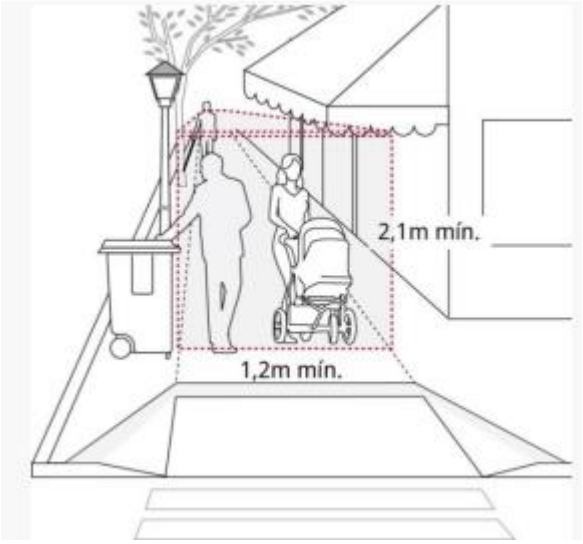


Figura 3.15: dimensiones mínimas para ruta accesible

Fuente: Normativa Accesibilidad Universal

3.10.2 Cruces peatonales

Los pasos para peatones, así como en los cruces de vías no demarcados, el desnivel entre la vereda y la calzada deberá ser salvado con un rebaje de la vereda mediante rampas antideslizantes, y cumpliendo con las siguientes especificaciones (Art 2.2.8 O.G.U.C.)

a) El largo de la rampa no podrá superar 1,5 m;
b) La pendiente de la rampa en todo su largo no podrá exceder el 12%;
c) El ancho mínimo libre de la rampa será continuo y deberá tener un ancho mínimo de 1,2m;
d) La rampa, y el espacio que la antecede y precede; deberá permanecer siempre libre de obstáculos;
e) La pendiente transversal de la rampa no era superior al 2%
f) El encuentro de la rampa y la calzada deberá ser de 0 cm
g) La rampa en el nivel de la vereda deberá ser antecedida por un pavimento podo táctil de alerta adosado a la rampa de un ancho mínimo de 0,4 m y máximo 0,8 m.

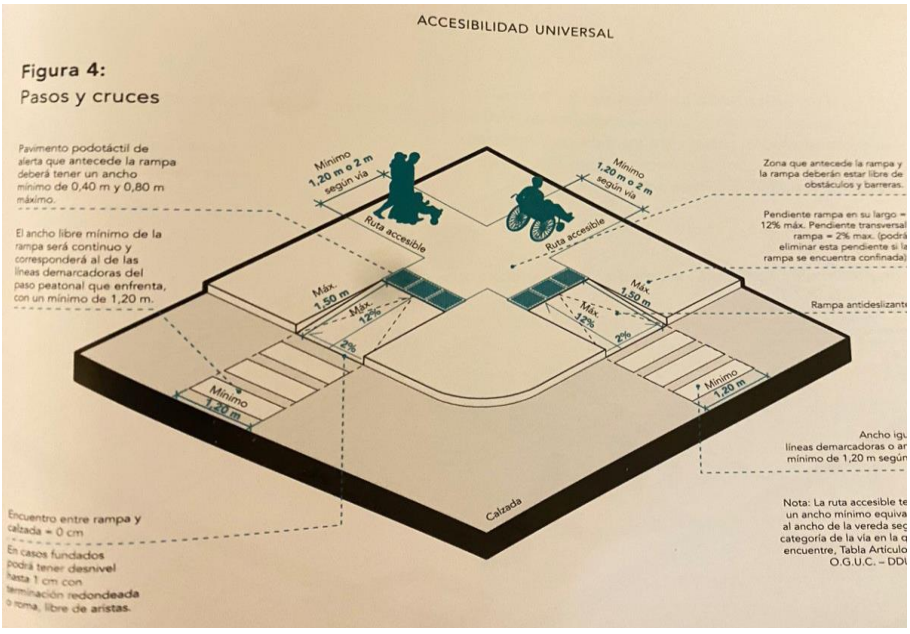


Figura 3.16: Pasos y Cruces peatonales

Fuente: O.G.U.C. Ilustrada

3.10.3 Pavimentos

Para considerar la ruta accesible es necesario contemplar la instalación de pavimento podo táctil de guía o avance que tendrá textura con franjas longitudinales orientadas en la dirección del flujo peatona de un ancho de 0,40 m, y el pavimento podo táctil de alerta tendrá textura de botones que alerten el cambio de dirección, peligro en la vereda o en la circulación peatonal (Art 2.2.8 O.G.U.C.)

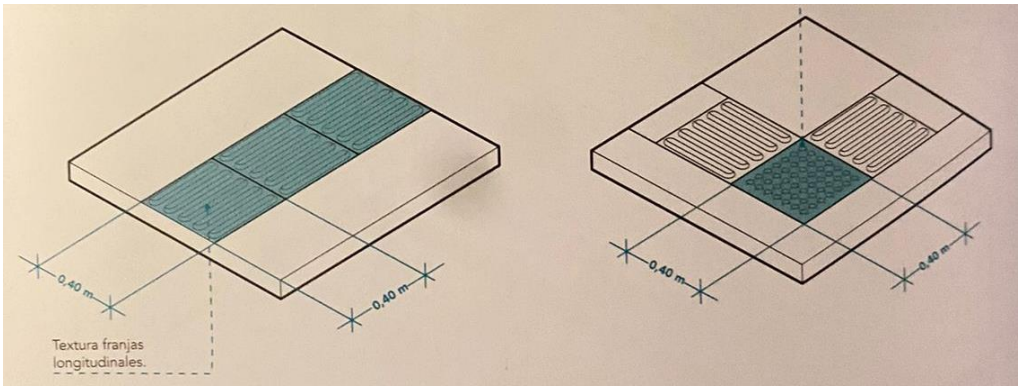


Figura 3.17: Pavimento Podotáctil de Alerta y Guía

Fuente: O.G.U.C. Ilustrada

3.11 Características de los pavimentos

En la siguiente etapa se nombran las ventajas y desventajas que presentan los pavimentos que se evaluaran en el desarrollo de este anteproyecto.

3.11.1 **Adoquín de piedra**

Es un elemento natural de piedra que es utilizado comúnmente para pavimentar calles, caminos y superficies interiores.



- **<u>Ventajas</u>**

Como toda materialidad para un pavimento presenta una serie de características que serán descritas a continuación:

1. **Resistencia**

Los adoquines tienen alta resistencia a compresión, flexotracción y a la abrasión, esto lo convierte en un material que es consistente y firme.

2. **Durabilidad**

Con las mantenciones correspondientes los adoquines de piedra pueden durar cientos de años incluso se considera una inversión a largo plazo.

3. **Versatilidad**

Su aplicabilidad es de gran variedad, desde calles, caminos, patios y jardines con patrones y diseños personalizados.

4. **Rápida puesta en operación**

Su tiempo de instalación se ve disminuido al ser piezas de armado y sin mayor complejidad en su postura, quedando operativo al momento de terminar su instalación.

5. **Sostenibilidad**

El adoquín al encontrarse en buen estado su reutilización se hace posible debido a que al retirarlo de un pavimento solo se desmonta. De hecho, es un material de construcción que se instala tal cual es extraído de un lecho de roca, siendo totalmente sostenible y ecológico.

6. **Fácil mantenimiento**

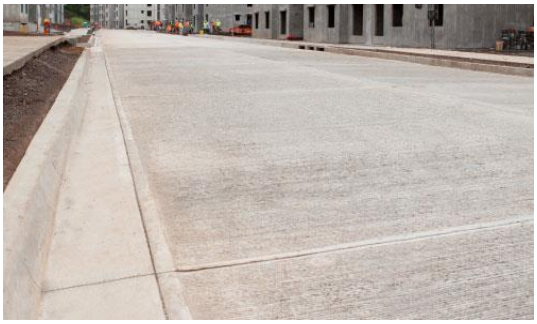
El mantener en pavimento de adoquines de piedra natural no conlleva una complejidad mayor debido a que son piezas desmontables.

7. **Transmisión de cargas**

Según una investigación realizada por el profesor John Knapton, el conjunto adoquín-arena al ser un pavimento flexible tiene la capacidad de disipar la carga ejercida hasta en un 60%

3.11.2 **Hormigón H-30**

Es un material versátil compuesto de cemento arena y grava, su utilidad es aplicable en construcción de estructuras hasta la pavimentación de carreteras.



- **<u>Ventajas</u>**

1. Resistencia

Los pavimentos de hormigón son muy resistentes a la compresión, lo que los hace ideales para soportar el tráfico vehicular y peatonal. También son resistentes a la abrasión, lo que significa que no se desgastan fácilmente.

2. Durabilidad

Los pavimentos de hormigón son muy duraderos y pueden durar décadas. Esto se debe a su composición, que incluye cemento, arena, grava y agua.

3. Versatilidad

Los pavimentos de hormigón se pueden utilizar en una variedad de aplicaciones, desde calles y caminos hasta estacionamientos y patios. También se pueden utilizar para crear patrones y diseños personalizados.

4. Bajo mantenimiento

Los pavimentos de hormigón requieren poco mantenimiento. Solo necesitan ser regados periódicamente para evitar que se agriete

5. Impermeabilidad

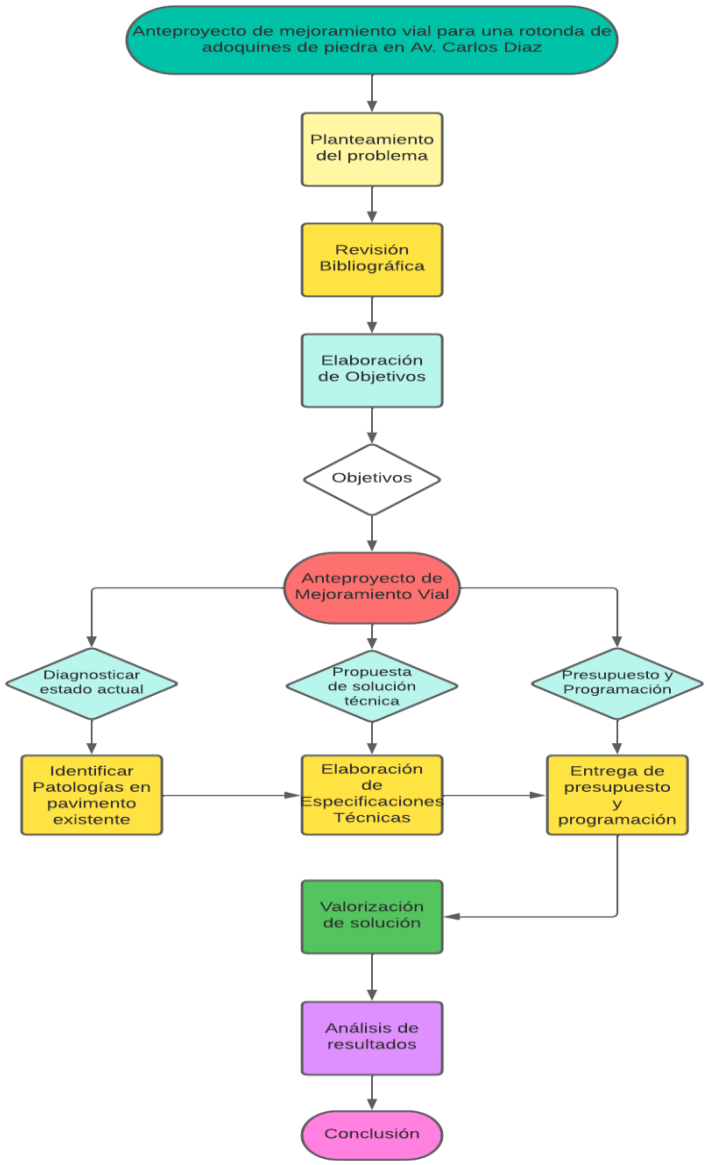
Los pavimentos de hormigón también son impermeables, lo que los hace ideales para áreas que pueden estar expuestas al agua. También son resistentes a las heladas, lo que los hace adecuados para climas fríos

- **Desventajas**

1. Baja resistencia a la flexotracción

Solo resiste el 10% de la carga ejercida en compresión característica de un pavimento rígido.

4. Metodología de la investigación



(Figura 4.1: Organigrama de Metodología de Investigación del Anteproyecto)

Fuente: Elaboración propia

El siguiente anteproyecto se desglosará en un total de 5 capítulos los cuales permiten llevar un orden cronológico de este trabajo.

En el capítulo primero se establecerá la ley bajo la que se trabajará como introducción

En el capítulo segundo se acercará a la problemática actual en la rotonda de la Avenida Carlos Díaz, otorgando información relacionada al estado actual del pavimento. A continuación de esto, se estableció un objetivo general que desprende tres objetivos específicos de siendo los que ayudaran a llevar a cabo el trabajo. Continuando con el capítulo tercero su contenido presentará su marco teórico lo cual permitirá conocer sobre términos y normativa que se rige este documento. Enseñando en subcapítulos las patologías que presenta un pavimento de adoquines de piedra, esquema de la estructura de un pavimento de adoquines, entre otros. Luego, en el capítulo cuarto, se procederá a definir una serie de actividades para lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos, descrito a continuación. A través de una metodología establecida que describe cada uno de los pasos a seguir para su logro.

En el capítulo quinto, corresponderá al desarrollo de cada uno de los objetivos específicos elaborados anteriormente.

Objetivo Específico N°1:

- Diagnosticar el estado actual de la rotonda

Para dar inicio al cumplimiento del primer objetivo específico propuesto se realizará la elaboración de una ficha de inspección visual para la rotonda, con referencia al artículo de Patologías de Pavimentos Articulados de Carlos Higuera y Oscar Pacheco de Medellín, Colombia. Esta metodología define patologías del pavimento cada una con su índice de severidad asociado para medir en qué estado se encuentra presentando así las clasificaciones y rango de cada una de ellas descritas a continuación:

Para las **deformaciones** se estableció lo siguiente:

- Severidad Baja: Flecha menor a 20 mm
- Severidad Media: Flecha entre 20 y 40 mm
- Severidad Alta: Flechas mayores a 40 mm

Para la clasificación de **desprendimientos** se estableció lo siguiente:

- Severidad Baja: área inferior a 0.5 m2
- Severidad Media: áreas superiores a 0.5 m2
- Severidad Alta: asentamiento y perdida del perfil

En su forma para **desplazamientos** quedando de la siguiente manera:

- Severidad Baja: separación menor a 5 mm
- Severidad Media: áreas superiores a 0.5 m2
- Severidad Alta: separación de juntas entre 5mm y 10 mm

Finalmente, para **otros deterioros** se clasifica de la siguiente forma:

- Severidad Baja: Altura de desnivel promedio menor a 5 mm
- Severidad Media: Altura de desnivel promedio entre 5mm y 10 mm
- Severidad Alta: Altura de desnivel promedio mayor a 10 mm

Agregando también recuadros identificativos y genéricos para así establecer el formato de la ficha de inspección, tales como:

Tramo (m): Se estableció solo un tramo para la medición ya que es la totalidad de la superficie a medir

N° de Defecto: Se identificará para la medición de la cantidad de eventos presentes en la inspección.

Tipo de Patología: Corresponderá al nombre de cada patología que se encuentra en el pavimento que se estará inspeccionando.

Valores de defectos (mm): Corresponde a los rangos encontrados en cada una de las mediciones

Superficie deteriorada: Se registrará la toma de datos mediante un flexómetro a la totalidad de la zona a inspeccionar y la cantidad de superficie que presenta deterioro

Nivel de Severidad: Corresponderá a los parámetros de severidad de cada patología que se registró en terreno estableciendo tres niveles de medición tales como: Severidad Baja (B), Severidad Media (M) y Severidad Alta (A)

Registro fotográfico: Es la sección donde irá inserta la fotografía obtenida en de las patologías encontradas en el área de estudio.

Confección de plantilla para ficha de inspección visual

La ficha de inspección visual tras su confección queda establecida de la siguiente manera

Ficha de Inspección Visual						
Datos de Identificación						
Fecha	14 de Agosto del 2023	Hora inspección		Visita 1: 14/08/2023	Visita 2: 23/08/2023	
		Inicio/Termino		01:30 - 02:45 am	01:49 - 02:52 am	
Emplazamiento	Avenida Carlos Diaz, Ciudad de Los Andes					
Descripción	Es una rotonda que intersecta la ex ruta 60-CH junto a la Avenida Hermanos Maristas y Avenida Santa Teresa en Los Andes con aproximadamente 769 m2 de carpeta de rodadura de adoquines de piedra, además cuenta en su estructura con cuatro accesos y salidas de doble vía.					
Materialidad	Adoquin de piedra		Área total de estudio	769 m2		
Inspección visual						
Tramo (m)	N° Defecto	Tipo de Patología	Valores de defectos (mm)	Superficie deteriorada m2	Nivel de Severidad	Registro fotográfico

Tabla 4.1: Formato de ficha de inspección visual

Fuente: Elaboración propia

- Herramientas a utilizar para llevar a cabo el desarrollo de la toma de datos:

Regla de madera o de aluminio con longitud igual o menor a 6 metros, un flexómetro de 8 metros de largo y una cámara fotográfica para captar un óptimo registro fotográfico.







Seguido de esto se realizará un levantamiento topográfico mediante un equipo GPS para tener una aproximación real del área de estudio, su desarrollo se llevará a cabo mediante visitas de terreno para identificar con fotografías cada una de las patologías existentes con la finalidad de obtener un registro óptimo de estas. Para concluir dicho objetivo los resultados obtenidos de este diagnóstico se interpretarán con ayuda de gráficos derivados de los datos recabados.

Para iniciar los trabajos topográficos se contrató una empresa que brinda servicios de topografía con equipos GPS para poder obtener los datos de planimetría y altimetría requeridos como anchos de

calzada y pendientes de trabajo entre otros. Para posteriormente desarrollar el diagnóstico de la rotonda en estudio.

Es necesario emplear los siguientes equipos y herramientas, tales como:

- GPS RTK Reach RS2
- Base satelital para GPS
- Aplicación ReachView
- Porta GPS con nivelador

La ejecución del levantamiento topográfico se realizó a cargo de Daniel Delgado Menares el día 7 de julio del año 2023, sujeta a las consideraciones climáticas requeridas para un levantamiento exacto, como una buena visibilidad, cielo despejado, temperaturas moderadas, vientos suaves y sin precipitaciones. Se procede a materializar la siguiente secuencia para su realización.

Principalmente se realizó el levantamiento topográfico de la rotonda mediante un GPS Modelo RTK Reach RS2 con receptor GNSS RTK Multi-banda de precisión centimétrica que determinó las coordenadas geográficas y altitudes en la superficie a levantar, para el levantamiento se estableció mediante códigos una capa para identificar las áreas de cada elemento a considerar como línea oficial de deslindes de la rotonda, línea de calzada, bandejón, ejes de calzada, vegetación, pendientes y alturas. Entregando en conjunto a la aplicación ReachView la nube de puntos referenciados captados en el área de estudio.

Mediante el software de ingeniería AutoCAD Civil 3D, la importación de la nube de puntos y topografía recogida en terreno se elaboraron planos de la superficie levantada con herramientas específicas para su diseño sumando además perfiles longitudinales y transversales de cada elemento y así generar la documentación de planos 2D Y 3D.

Objetivo Específico N°2:

- Propuesta de solución técnica para el mejoramiento de la rotonda

Para efectuar este objetivo se analizará la información recabada para así definir soluciones según los distintos requerimientos del anteproyecto, tales como, reparación de pavimento, solución de evacuación de aguas lluvias, accesibilidad universal, entre otros. Además, se evaluarán distintas alternativas de pavimento, concluyendo con la elaboración de especificaciones técnicas de las obras necesarias para el mejoramiento recurriendo a la literatura y normativas existentes.

Objetivo Específico N°3:

- Entregar un presupuesto y programación para el mejoramiento

Para concluir la metodología propuesta una vez desarrollados los objetivos específicos anteriores se proyectará mediante la plataforma de Autodesk, AutoCAD toda la planimetría pertinente a cada obra que se realizará, para así proceder a cubicar el total de las partidas definidas, a continuación de ello se desarrollará un presupuesto total y análisis de precios unitarios con valores del mercado actual obtenidos de Ondac y calculados, en conjunto a una programación de las partidas para definir el plazo que demora su desarrollo.

5. **Desarrollo**

5.1 Diagnóstico del estado actual de la rotonda

En el desarrollo de la siguiente etapa de llenado de la ficha, se realizaron dos visitas a terreno primeramente para observar el daño en que se encuentra la rotonda de adoquines realizando las mediciones correspondientes y un registro fotográfico de cada deterioro encontrado. Las visitas a terreno se llevaron a cabo en horas de la madrugada dado que en horario normal aumenta la complejidad de la toma de datos debido a que es una rotonda con un flujo alto de vehículos. Estas visitas tuvieron una duración en total de 02:18 horas.

5.1.1 Topografía por GPS

De la topografía obtenida en terreno mediante el equipo GPS se desprende la conformación de una nube de puntos de la zona de estudio en color rojo y en color negro las coordenadas UTM de la misma.

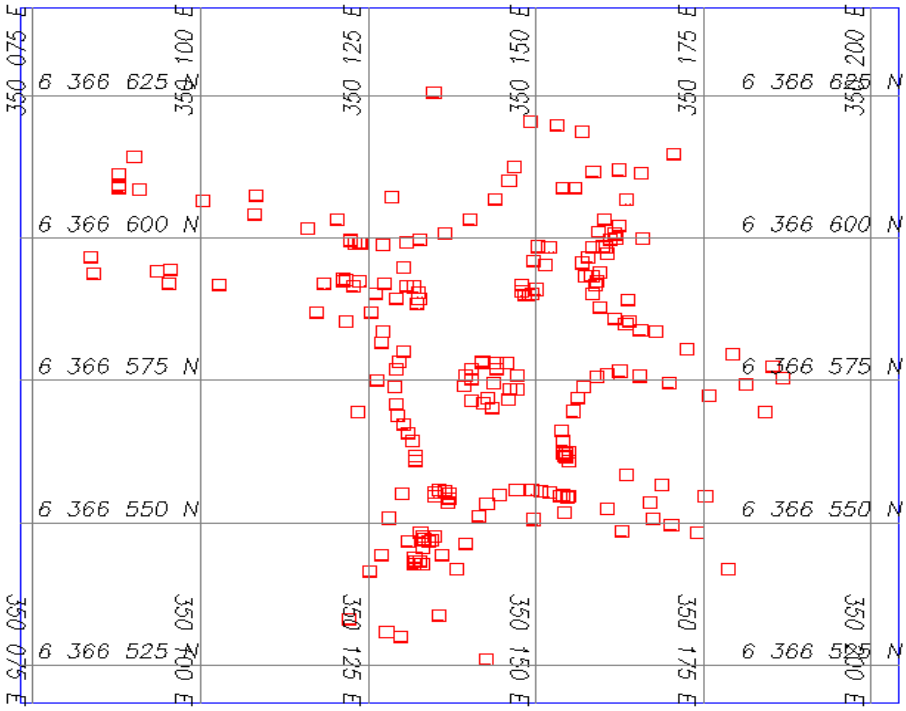


Figura 5.1: Nube de puntos y coordenadas

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Desarrollo de ficha de inspección visual

Para la realización de mediciones se evaluó por separado cada patología encontrada en el área de estudio, se estableció un promedio de 13 mediciones por cada una. En total se obtuvo la cantidad de 62 eventos en la superficie de la rotonda, a continuación, se muestra la ficha completa.

Ficha de Inspección Visual						
Datos de Identificación						
Fecha	14 de Agosto del 2023	Hora inspección		Visita 1: 14/08/2023	Visita 2: 23/08/2023	
		Inicio/Termino		01:30 - 02:45 am	01:49 - 02:52 am	
Emplazamiento	Avenida Carlos Diaz, Ciudad de Los Andes					
Descripción	Es una rotonda que intersecta la ex ruta 60-CH junto a la Avenida San Rafael y Avenida Santa Teresa en Los Andes, cuenta con cuatro entradas y cuatro salidas. Su área comprende aproximadamente 769 m2 de carpeta de rodadura de adoquines de piedra.					
Materialidad	Adoquin de piedra		Área total de estudio		769 m2	
Inspección visual						
Tramo (m)	N° Defecto	Tipo de Patología	Valores de defectos (mm)	Superficie deteriorada m2	Nivel de Severidad	Registro fotográfico
	1	Ahuellamiento	20	144	A	
	2	Ahuellamiento	25		A	
	3	Ahuellamiento	70		A	
	4	Ahuellamiento	50		A	
	5	Ahuellamiento	30		A	
	6	Ahuellamiento	70		A	
	7	Ahuellamiento	70		A	
	8	Ahuellamiento	70		A	
	9	Ahuellamiento	30		A	
	10	Ahuellamiento	50		A	
	11	Ahuellamiento	130		A	
	12	Ahuellamiento	50		A	
	13	Ahuellamiento	80		A	
	14	Pérdida de arena	-	50	A	
	15	Pérdida de arena	-		A	
	16	Pérdida de arena	-		A	
	17	Pérdida de arena	-		A	
	18	Pérdida de arena	-		A	
	19	Pérdida de arena	-		A	
	20	Pérdida de arena	-		A	
	21	Pérdida de arena	-		A	
	22	Pérdida de arena	-		A	
	23	Pérdida de arena	-		A	
	24	Pérdida de arena	-		A	
	25	Pérdida de arena	-		A	
	26	Desplazamiento de juntas	20	120	A	
	27	Desplazamiento de juntas	20		A	
	28	Desplazamiento de juntas	15		A	
	29	Desplazamiento de juntas	30		A	
	30	Desplazamiento de juntas	15		A	
	31	Desplazamiento de juntas	15		A	
	32	Desplazamiento de juntas	30		A	
	33	Desplazamiento de juntas	20		A	
	34	Desplazamiento de juntas	20		A	
	35	Desplazamiento de juntas	20		A	
	36	Desplazamiento de juntas	25		A	
	37	Desplazamiento de juntas	10		A	
	38	Escalonamiento adoquin	70	10	A	
	39	Escalonamiento adoquin	70		A	
	40	Escalonamiento adoquin	80		A	
	41	Escalonamiento adoquin	50		A	
	42	Escalonamiento adoquin	50		A	
	43	Escalonamiento adoquin	30		A	
	44	Escalonamiento adoquin	60		A	
	45	Escalonamiento adoquin	30		A	
	46	Escalonamiento adoquin	40		A	
	47	Escalonamiento adoquin	50		A	
	48	Escalonamiento adoquin	50		A	
	49	Escalonamiento adoquin	35		A	
	50	Juntas abiertas	70	120	A	
	51	Juntas abiertas	60		A	
	52	Juntas abiertas	50		A	
	53	Juntas abiertas	65		A	
	54	Juntas abiertas	30		A	
	55	Juntas abiertas	40		A	
	56	Juntas abiertas	60		A	
	57	Juntas abiertas	50		A	
	58	Juntas abiertas	50		A	
	59	Juntas abiertas	40		A	
	60	Juntas abiertas	35		A	
	61	Juntas abiertas	36		A	
	62	Parche asfáltico	-	30	A	
			-		A	
			-		A	
			-		A	
			-		A	
			-		A	
			-		A	
			-		A	
			-		A	
			-		A	

Tabla 5.1: Ficha de inspección visual

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Interpretación de datos obtenidos

Mediante los datos obtenidos anteriormente se procederá a la creación de gráficos interpretando la recopilación de información en forma de porcentaje del área afectada, cantidad de área por patología y a su vez el porcentaje de nivel de severidad a la que se encuentra sometido.

A. Porcentaje de deterioro (%AA.)

Para determinar el porcentaje de deterioro se desarrolló una ecuación que considera lo siguiente, se utilizó la sumatoria de la sección de superficie deteriorada en metro cuadrado indicado en la tabla anterior como área afectada por el deterioro (Aa) además el área total de la rotonda de (At). Se calcula haciendo la relación entre el área afectada y área total en la siguiente ecuación (Higuera & Pacheco, 2010):

$$(\%\mathbf{Aa}) = \frac{\mathbf{Aa}}{\mathbf{At}} \mathbf{x\ 100}$$

(%Aa): Porcentaje de deterioro

(Aa): Área afectada por el deterioro

(At): Área total de la rotonda

Con un área total de superficie de 769 m2 de y la sumatoria de áreas en deterioro de un total de 474 m2 se pudo determinar el porcentaje de daño siendo un 62% que se encuentra presente en la rotonda de la Av. Carlos Días tal como se muestra en el siguiente gráfico

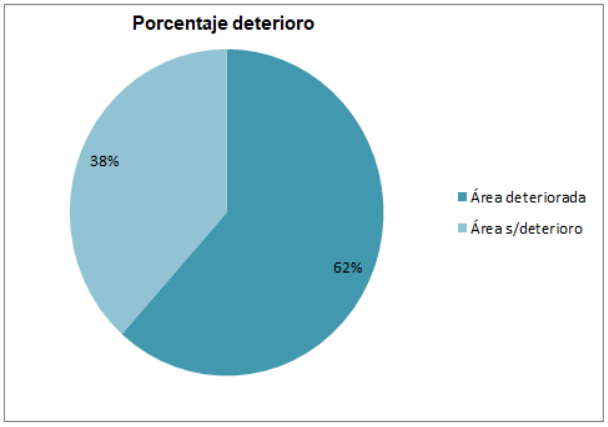


Figura 5.2: Gráfico de porcentaje de deterioro

Fuente: Elaboración propia

B. Inventario de cantidad de patologías presentes

Según se muestra en la figura, se aprecian las áreas de cada patología de deterioro encontradas en el total de 769 m2 de superficie de rotonda, observando que el ahuellamiento se presenta mayoritariamente en comparación al resto de deterioros encontrados, puede ser provocado posiblemente por someter a los pavimentos a altas cargas de tránsito de vehículos pesados por un periodo largo de tiempo.

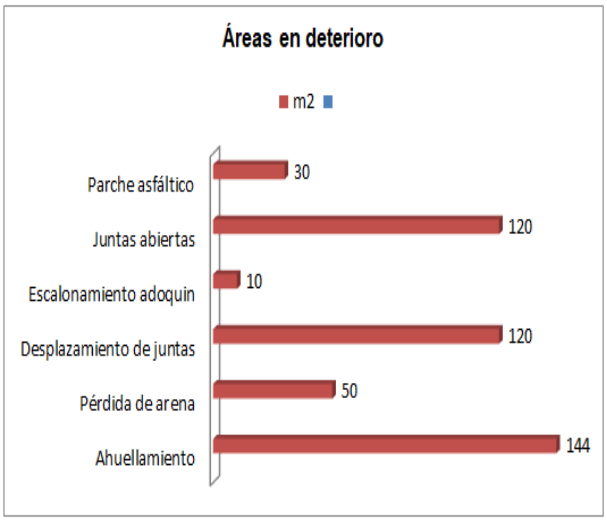


Figura 5.3: Gráfico de cantidades de deterioro

Fuente: Elaboración propia

C. Porcentaje de nivel de severidad

Dado el nivel de severidad de cada patología establecidos los rangos mediante el artículo de patologías de un pavimento articulado, se graficó la totalidad de las mediciones una cantidad de 62 eventos encontrados tras el desarrollo de la inspección visual, según el gráfico obtenido se define el 100% de estas como severidad alta cabe destacar que según el artículo bajo el cual se trabajó indica al ser severidad alta no todas las consecuencias son nocivas para el pavimento.

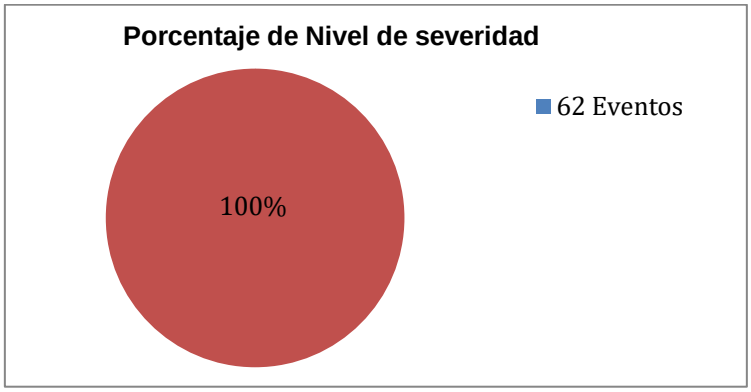


Figura 5.4: Porcentaje de Nivel de severidad

Fuente: Elaboración propia

Acción a realizar

Se extrae la siguiente tabla que considera nivel de servicio del pavimento y el tipo de mantenimiento que corresponde a un pavimento con un 38% de serviciabilidad.

Nivel de servicio	*Categoría de acción*	*Descripción*
Muy bueno	Mantenimiento rutinario	Pavimento en condición muy buena. El nivel de comodidad y seguridad percibido por los usuarios es satisfactorio. Ocasionalmente se presentan pequeños daños que no afectan significativamente la circulación y pueden ser evitados o corregidos en el mantenimiento rutinario.
Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente	Pavimento en condición buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en etapa de iniciación.
Regular	Refuerzo - mantenimiento rutinario	Pavimento en estado regular, en donde la circulación deja de ser cómoda. Se presentan daños de manera constantemente en etapas avanzadas.
Malo	Rehabilitación	Pavimento en condición mala, la circulación es muy incomoda. Se presentan daños en etapas muy desarrollas.
Muy malo	Reconstrucción	Pavimento en condición muy mala, la vía se vuelve intransitable. Los deterioros están muy desarrollados y son irreversibles. El pavimento está totalmente degradado.

Tabla 5.2: Nivel de servicio

Fuente: Higuera & Pacheco, 2010

Al considerar un nivel de servicio Malo, la acción correspondiente al tipo de mantenimiento es la Rehabilitación dado que como dice la descripción, la circulación es muy incómoda y los daños que presenta según sus patologías están en etapa desarrollada como se pudo apreciar en el diagnóstico realizado.

A continuación, se procede al desarrollo de las siguientes etapas.

5.2 Propuesta de Solución técnica

Para la solución técnica se utilizará como referencia el Artículo de Patología de Pavimentos Articulados, Manual de Diseño de Pavimento de Adoquines de hormigón del ICH y el Manual de Carreteras Vol. N°5 continuación se nombrarán las obras necesarias para realizar en el área de estudio.

Según lo indicado por el artículo ya mencionado, la forma en que se debe reparar queda sujeta al tipo de deterioro y nivel de severidad que presenta cada patología encontrada en el pavimento.

5.2.1 Evaluación de alternativas

En la evaluación de alternativas de pavimento se toman en consideración dos materialidades como lo es el hormigón y el pavimento de adoquín de piedra natural propiamente tal. En conjunto a los elementos para determinar el valor por unidad de metro cuadrado con precios obtenidos del mercado actual.

- **Adoquín de piedra**

Se consideran los elementos necesarios para la colocación del adoquín de piedra al momento de estimar un valor monetario por unidad de metro cuadrado para un pavimento nuevo, tal como queda establecido en la tabla 5.3.

Unidad m2

Item	Partida	Unidad	Cantidad	V. Unitario	Valor total
1					
	Adoquin de piedra 18x14x0,06	m2	1	$ 25.000	$ 25.000
	Arena fina 2mm	m3	0,05	$ 24.900	$ 1.245
	Arena de cuarzo 20 kg	un	0,15	$ 10.990	$ 1.649
	Cemento polpaico 25 kg	un	0,12	$ 3.230	$ 388
	Placa compactadora	dia	0,05	$ 4.852	$ 243
				Total	$ 28.524

Tabla 5.3: Costos asociados a un pavimento de adoquines nuevos

Fuente: Elaboración propia

Se consideran los elementos necesarios para la colocación del adoquín de piedra al momento de estimar un valor monetario por unidad de metro cuadrado para la recolocación de un metro cuadrado, tal como queda establecido en la tabla 5.4.

Unidad m2

Item	Partida	Unidad	Cantidad	V. Unitario	Valor total
1					
	Adoquin de piedra 18x14x0,06	m2	0	$ 25.000	$ -
	Arena fina 2mm	m3	0,05	$ 24.900	$ 1.245
	Arena de cuarzo 20 kg	un	0,15	$ 10.990	$ 1.649
	Cemento polpaico 25 kg	un	0,12	$ 3.230	$ 388
	Placa compactadora	dia	0,05	$ 4.852	$ 243
				Total	$ 3.524

Tabla 5.4: Costos asociados a un pavimento de adoquines recolocados

Fuente: Elaboración propia

- **Hormigón H-30**

Se consideran los elementos necesarios para la colocación de hormigón al momento de estimar un valor monetario por unidad de metro cuadrado como quedó establecido en la tabla 5.6.

Unidad m2

Item	Partida	Unidad	Cantidad	V. Unitario	Valor total
1					
	Acero A44-28H	kg	0,6	$ 29.576	$ 17.746
	Moldaje Pav. De Hormigon	m2	0,05	$ 25.000	$ 1.250
	Hormigon G-30	m3	0,15	$ 96.000	$ 14.400
	Regla vibradora 3m	h	0,0095	$ 5.186	$ 49
	Membrana de curado	tam	0,006	$ 330.000	$ 1.980
				Total	$ 35.425

Tabla 5.5: Costos asociados a un pavimento de hormigón

Fuente: Elaboración propia

5.2.2 **Selección de alternativas**

Para la elección de la alternativa óptima para el pavimento se elaboró un cuadro comparativo de cada alternativa con las variables descritas anteriormente, como se muestra a continuación:

CUADRO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS	
Materialidades	
Adoquín de piedra natural	Hormigon H-30
Ventajas	
Resistencia	Resistencia
Durabilidad	Durabilidad
Versatilidad	Versatilidad
Rápida puesta en operación	Bajo mantenimiento
Sostenibilidad	Impermeabilidad
Fácil mantenimiento	Rápida puesta en operación
Transmisión de cargas	
Valor historico	
Si	No
Costo por unidad pavimento nuevo	
$28.524	$35.425
Costo por unidad recolocación (m2)	
$ 3.524	$35.425

Tabla 5.6: Cuadro comparativo de alternativas

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar la alternativa adecuada se consideran ventajas importantes, valor histórico debido a que la Avenida Carlos Diaz en el siglo XIX fue el primer acceso a la ciudad de Los Andes desde la estación de Ferrocarriles del Estado y finalmente los costos de cada una de ellas, siendo la materialidad de adoquines de piedra la mejor para mantener su estado. En cuanto a costo de un metro cuadrado el valor plasmado en el primero recuadro se considera para un pavimento nuevo adoquines con precio de $28.524 y en el recuadro final de recolocación hace valer su ventaja de sostenibilidad pues su valor se reduce considerablemente a $3.524.

Según el Artículo de Patologías de un Pavimento Articulado para cada una de las patologías encontradas en el área de estudio, se proponen soluciones para su mejoramiento, de las cuales serán descritas a continuación:

- **Deformaciones**

Como lo menciona el articulo la Patología de Ahuellamiento con severidad alta para flechas mayores a 40mm, se tomará en cuenta solo un tipo de reparación.

Se realizará una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:

- Retiro de los adoquines de la zona deteriorada, de manera que queden limpios y ordenados en un lugar de acopio para su recolocación
- Excavación de la capa base
- Verificar pendientes para drenaje
- Reposición de capa a tratar
- Compactación y nivelación de capas tratadas
- Recolocación y compactación de adoquines
- Sellado de juntas y compactación final

NOTA: Al apreciar que cada reparación de las distintas patologías encontradas contempla el mismo procedimiento se toma la decisión de realizar el mejoramiento en la totalidad del pavimento y no solo donde se encuentra el deterioro. Utilizando el procedimiento generalizado indicado para las deformaciones en el artículo de Higuera & Pacheco del año 2010.

- **Seguridad Vial**

Para la consideración de la seguridad vial del camino se tomará en cuenta las líneas transversales que comprenden ceda el paso y paso de cebra, vallas peatonales y señalética vial. En caso de inexistencia de las demarcaciones o nula visibilidad se procederá a su remarcación correspondiente, de igual manera con las vallas peatonales y señalética vial comprendiendo su reposición.

- **Evacuación de aguas lluvias**

Para la evacuación de aguas lluvias se considera el mejoramiento de los sumideros existentes para así cumplir con la regulación de evacuación de aguas lluvias acorde a lo establecido en la Ley N° 19.525

- **Accesibilidad Universal**

La reposición de las veredas será de acuerdo a lo estipulado por la normativa de accesibilidad universal de la OGUC, considerando veredas, pasos, cruces peatonales y pavimentos para definir una ruta accesible en el área de estudio.

5.2.3 Especificaciones Técnicas

Para la creación de especificaciones se tomó en consideración el Manual de Diseño de pavimentos de adoquines de hormigón publicado el año 2013 en conjunto al Manual de Carreteras Vol. N°5 en similitud a un pavimento flexible y la Normativa de Accesibilidad Universal de la OGUC.

- **Base estabilizada**

En consideración a una proyección de 10 años de vida útil del pavimento y una solicitación para 1,3 millones de ejes equivalentes acumulados se comprende un espesor de base granular de 400 mm con una capacidad de soporte CBR 80%, se debe compactar hasta que el material haya alcanzado un nivel de densificación mínimo de 95% de D.M.C.S.

La compactación se hará en capas de espesor compactado constante no menores a 10 cm ni mayores a 20 cm, humedecido con la humedad óptima para alcanzar la densidad máxima. La compactación deberá realizarse mecánicamente con placa compactadora o rodillo de tambor de 450 kg.

- **Cama de arena**

Se recomienda un espesor de cama de arena de 50 mm compactada, se requiere que el porcentaje de finos sea de hasta un 5% de origen chancado para así obtener una mejor resistencia al corte.

- **Adoquín de piedra**

Se considera la reutilización de los adoquines existentes, en caso de reposición se recomienda mantener las mismas características del elemento de dimensiones 18x14x6 cm, tipo de piedra Basalto sometida a ensayos que cumplan con las propiedades mecánicas descritas anteriormente.

- **Aparejo o patrón de colocación**

La disposición o colocación del adoquín debe ser estrictamente en la posición de espina de pescado en 45° permitiendo así la trabazón mecánica esperada con el fin de asegurar la estabilidad del pavimento al momento de ser sometido a cargas de alto tonelaje.

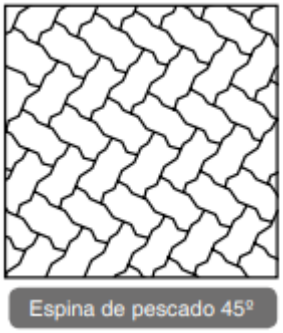


Figura 5.5: Aparejo Espina de pescado 45°

Fuente: ICH, 2013

- **Ancho de la junta**

Para el ancho de las juntas entre adoquines generalmente se recomienda un rango entre 2-7 mm de separación, para el caso considerando que no pierda su trabazón mecánica y en las juntas entre la suficiente arena al momento de la compactación el valor a utilizar es de 3 mm.

- **Relleno de juntas**

Se empleará arena de cuarzo o arena polimérica mezclado con cemento para el relleno de juntas, su método de aplicación se realiza agregando la arena al cemento cumpliendo con la temperatura adecuada que esta entre 5-35 pc siempre y cuando no se prevean heladas. Llenando todos los recovecos para una mejor hermeticidad.

- **Compactación**

Para la compactación inicial de la cama de arena y compactación final de la recolocación de los adoquines se considerará una placa compactadora modelo APF 15/40 de dimensión 400 mm de superficie de contacto y un motor con una potencia de 2,9 kW o 4 HP.

Accesibilidad Universal

A. Veredas

Se considera un ancho continuo de vereda como mínimo 1,50 metros que permita el desplazamiento autónomo de todas las personas en sectores que lo permita, en caso de ser tipo de vía troncal se considera un ancho mínimo de 2,00 metros.

La dosificación establecida mínima para hormigón de veredas debe ser de 300 kg de cemento por m3 de hormigón elaborado y vibrado, permitiendo una resistencia a la compresión de 280 kg/cm2 y resistencia a la flexotracción de 3,5 kg/cm2 a los 28 días.

El hormigón debe ser colocado y vibrado para eliminar las burbujas de aire para así garantizar una correcta compactación, su acabado será liso y uniforme con platacho. Para el curado posterior se considera de 7 días en adelante para así alcanzar su resistencia máxima. (MINVU)

B. Pasos peatonales

Para los pasos peatonales no demarcados se considera un rebaje entre la vereda y la calzada mediante una rampa tipo antideslizante.

El largo de la rompa no debe superar los 1,5 m ni exceder la pendiente del 12%, la rampa deberá permanecer libre de obstáculos para su libre circulación. Cumpliendo con una pendiente transversal menor al 2%.

El encuentro entre la rampa y la calzada debe ser igual a 0 cm, salvo en casos por pendiente en la topografía del terreno, la rampa antideslizante deberá ser antecedida por un pavimento podo táctil de alerta con un ancho mínimo de 0,40 m y máximo 0,8 m.

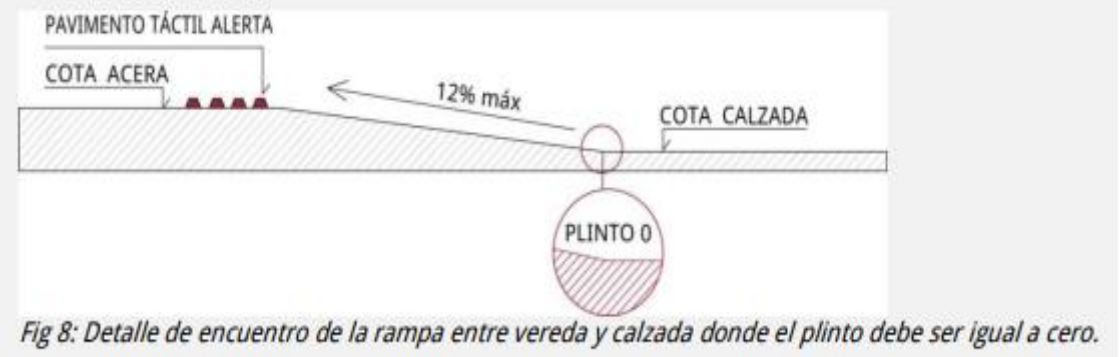


Figura 5.6: Detalle de paso peatonal

Fuente: OGUC, 2017

C. Pavimentos

Se considera en las veredas y pasos peatonales de alta circulación una huella podo táctil compuesta de pavimento con textura de guía en la dirección y alerta para prevenir de algún cruce o cambio de dirección. Alineada a la línea oficial de las fachadas que enfrente la vía, a una distancia mayor a 1 m medido desde su eje.

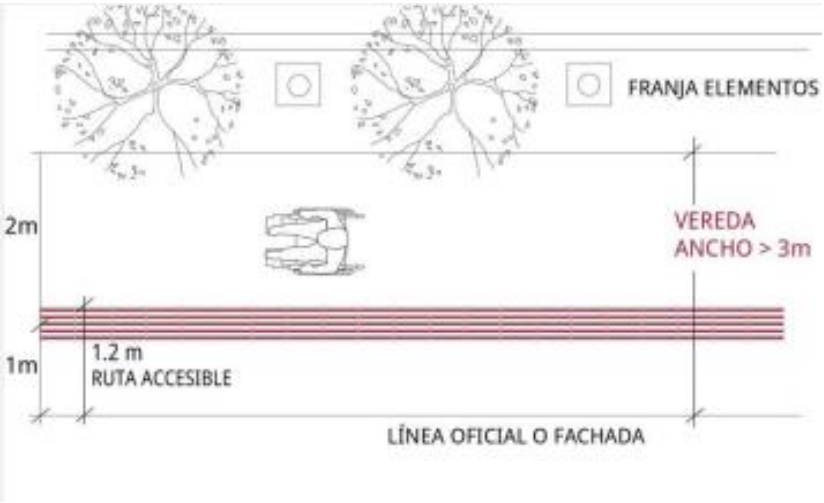


Figura 5.7: Esquema de pavimento podotáctil

Fuente: OGUC

D. Soleras

Se considera la reutilización de las soleras existentes en caso de encontrar soleras con defectos considerables, se comprende la reposición manteniendo sus características y materialidad para así mantener la homogeneidad del pavimento.

5.3. Entrega de presupuesto y programación para el mejoramiento

5.3.1 Planimetría proyectada

Tras el levantamiento topográfico realizado en terreno, se establecieron las líneas principales para la proyección del patrón de colocación para el mejorado de la carpeta de rodadura, una ruta accesible contemplando veredas con elementos como cruces peatonales junto a pavimentos podotáctiles y elementos de seguridad vial. Con ayuda de la altimetría se desarrollaron perfiles transversales de los ejes de calzada.

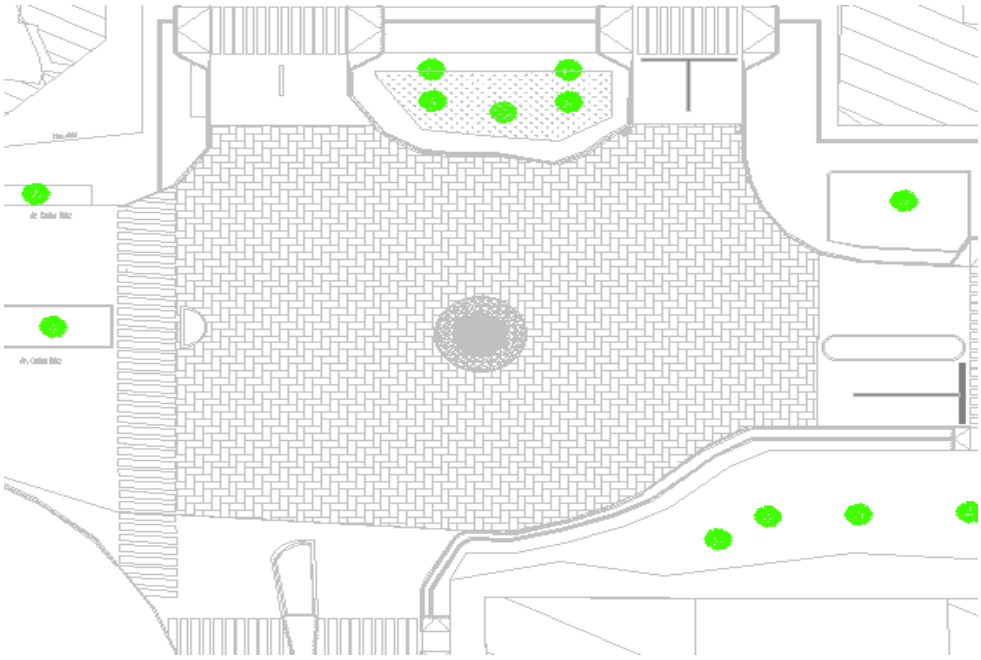


Figura 5.8: Extracto Planta de Arquitectura

Fuente: Elaboración propia

En los perfiles transversales proyectados se aprecia la ruta accesible con la representación de cómo será al momento en que sea utilizado.

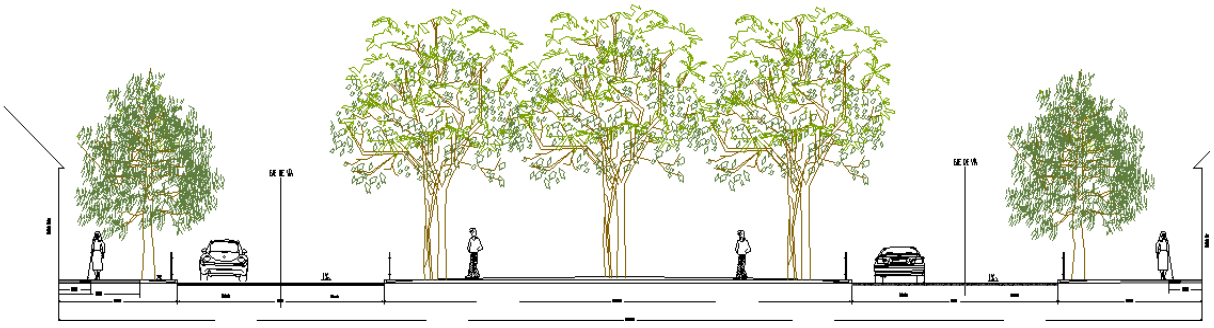


Figura 5.9: Extracto Perfil Transversal

Fuente: Elaboración propia

Para los cruces peatonales se proyectan 2 tipos de ellos viéndose en la Figura cruce de encuentro rampa calzada y cruce peatonal rebajado a una vereda en la Figura 5.10.

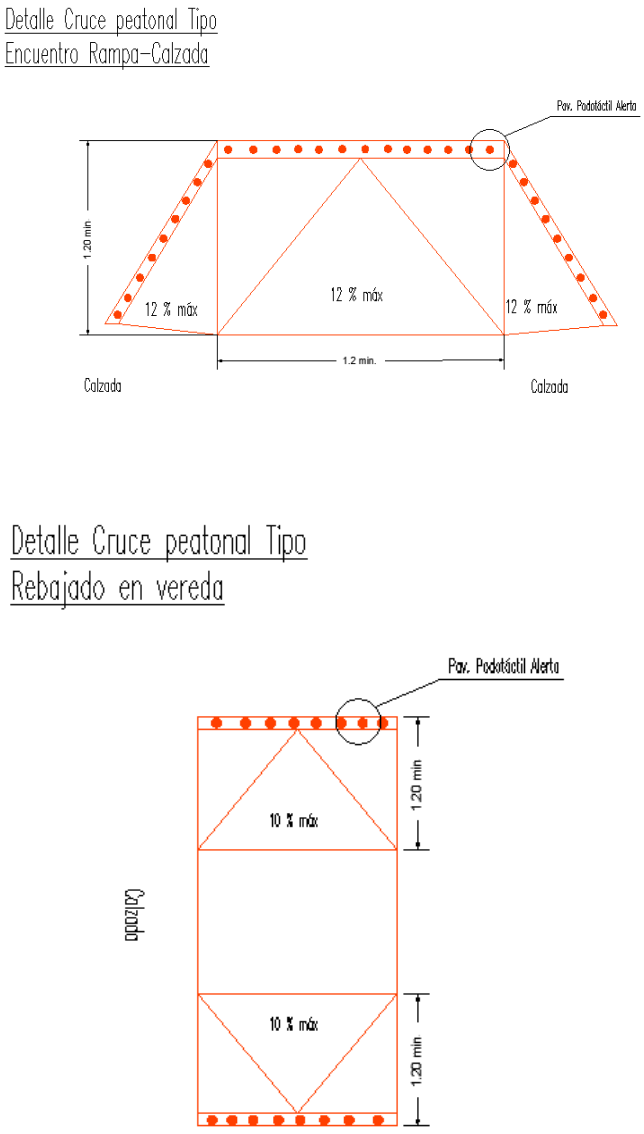


Figura 5.10: Detalle cruces peatonales

Fuente: Elaboración propia

Para la construcción de las veredas y pavimentos podotáctiles se esquematiza acorde a su representación gráfica cada uno de ellos, se proyecta la ruta accesible a construir en la intersección de Av. Argentina y Av. Santa Teresa por ello la Figura 5.11 lo muestra.

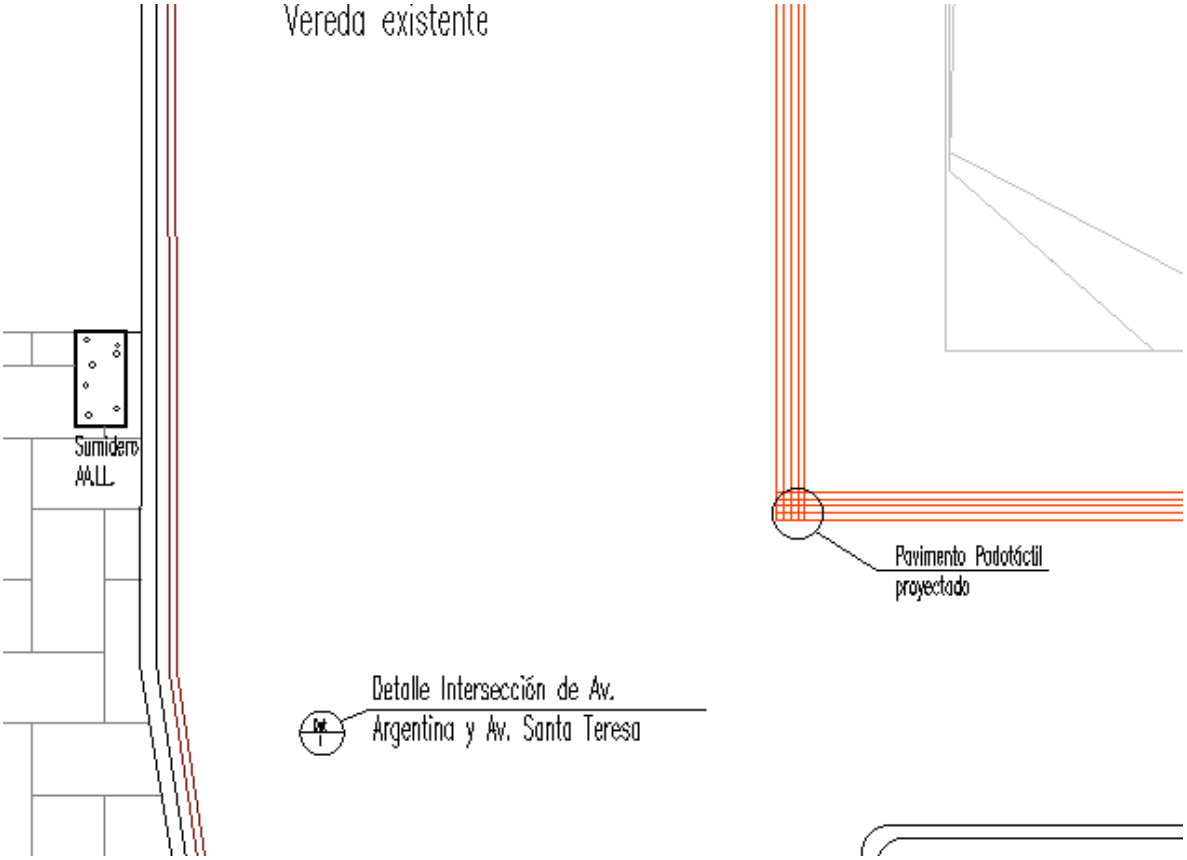


Figura 5.11: Ruta Accesible proyectada

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Cubicación de obras necesarias

En referencia a las cubicaciones de las obras a tratar se establecen los valores de cada una de ellas rescatada de la planimetría proyectada en la etapa anterior, la Tabla 5.7 muestra un resumen asociado.

Cubicación de Obras

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1.	GENERALIDADES		
1.1	Instalacion de faenas	gl	1
1.2	Cierres provisionales	ml	180
1.3	Letrero de obra	gl	1
1.4	Extracción de escombros	m3	394,13
1.5	Trazado y niveles	m	516,93
2	OBRA GRUESA		
2.1	Movimiento de tierra		
2.1.1	Retiro de carpeta de rodadura	m2	769
2.1.2	Rebaje y emparejamiento	m2	769
2.1.3	Retiro de excedentes	m3	394,13
2.2	Pavimentación	m3	344,89
2.2.1	Base granular CBR 80%		
2.2.2	Cama de arena	m3	38,45
2.2.3	Recolocación de adoquines	m2	769
2.2.4	Vereda 300 kg/cm2 e= 7 cm	m2	101,2
2.3	Accesibilidad Universal		
2.3.1	Pavimento podotáctil		
2.3.1.1	Baldosa podotáctil de Alerta	ml	40,5
2.3.1.2	Baldosa podotáctil de Guía	ml	74
2.4	Seguridad Vial		
2.4.1	Señaleticas	un	17
2.4.2	Vallas peatonales	ml	151,98
2.4.3	Demarcacion de pavimento	m2	355
3	OBRAS COMPLEMENTARIAS		
3.1	Obras varias		
3.1.1	Placa Conmemorativa	gl	1
3.1.2	Aseo y entrega	m2	916,36

Figura 5.12: Cubicación total de partidas requeridas

Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Presupuesto para obras de mejoramiento

Se estableció un costo final para el anteproyecto que se detalla en la Tabla 5.8 que se muestra a continuación.

FECHA PPTO 11/10/2023
UBICACIÓN Av. Carlos Diaz, Comuna de Los Andes
PROYECTO Mejoramiento Vial Rotonda Av. Carlos Díaz

PRESUPUESTO DETALLADO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		P.UNITARIO	TOTAL
1.	**GENERALIDADES**					
1.1	Instalacion de faenas	gl	1		$10.542.350	$10.542.350
1.1.3	Cierres provisionales	ml	180		$4.401	$792.223
1.2	Letrero de obra	gl	1		$360.516	$360.516
1.4	Trazado y niveles	m	516,93		$6.776	$3.502.865
2	**OBRA GRUESA**					
2.1	**Movimiento de Tierra**					
2.1	Retiro de carpeta de rodadura	m2	769		$1.437	$1.105.400
2.2.1	Rebaje y emparejamiento	m2	769		$3.937	$3.027.397
2.2.2	Retiro de excedentes	m3	394,13		$12.312	$4.852.625
2.3	Base granular CBR 80%	m3	344,89		$30.294	$10.447.964
2.4	**Pavimentacion**					
2.4.1	Cama de arena	m3	38,45		$1.413	$54.330
2.4.2	Recolocación de adoquines	m2	769		$3.544	$2.725.221
2.4.3	Vereda 300 kg/cm2 e= 7 cm	m2	101,2		$11.567	$1.170.603
2.5	**Accesibilidad Universal**					
2.5.1	Pavimento podotáctil					
2.5.1.1	Baldosa podotáctil de Alerta	ml	41		$31.847	$1.305.722
2.5.1.2	Baldosa podotáctil de Guía	ml	74		$31.847	$2.356.669
2.6	**Seguridad Vial**					
2.6.1	Señaletica vial	un	17		$77.310	$1.314.262
2.6.2	Vallas peatonales	ml	151,98		$26.155	$3.975.014
2.6.3	Demarcacion de pavimento	m2	355		$5.233	$1.857.589
3	**OBRAS COMPLEMENTARIAS**					
3.1	Obras varias					
3.1.1.	Placa Conmemorativa	gl	1		$204.696	$204.696
3.1.2	Aseo y entrega	m2	916,36		$2.439	$2.235.162
			SUB-TOTAL			$51.830.608
			G.G.		23%	$11.951.860
			UTILIDADES		15%	$7.774.591
			TOTAL			$71.557.059
			IVA		19%	$13.595.841
			TOTAL			$85.152.901

Figura 5.13: Presupuesto detallado

Fuente: Elaboración propia

5.3.4 Programación

Se definió una programacion de 18 dias corridos con jornadas laborales de Lunes a Sábado.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Anteproyecto Mejoramiento Vial	18 días	mar 02/01/24	vie 19/01/24	
Inicio Obra	**18 días**	**mar 02/01/24**	**vie 19/01/24**	
Generalidades	**18 días**	**mar 02/01/24**	**vie 19/01/24**	
Instalación de faenas	2 días	mar 02/01/24	mié 03/01/24	
Cierros provisionales	2 días	mar 02/01/24	mié 03/01/24	
Letrero de obra	1 día	jue 04/01/24	jue 04/01/24	5
Trazado y niveles	10 días	mar 02/01/24	jue 11/01/24	
Obra gruesa	**14 días**	**mar 02/01/24**	**lun 15/01/24**	
Movimiento de tierra	**4 días**	**mar 02/01/24**	**vie 05/01/24**	
Retiro de adoquines	1 día	mar 02/01/24	mar 02/01/24	
Rebaje y emparejamiento	2 días	mié 03/01/24	jue 04/01/24	10
Retiro de excedentes	1 día	vie 05/01/24	vie 05/01/24	11
Pavimentación	**6 días**	**sáb 06/01/24**	**jue 11/01/24**	
Base granular CBR 80%	2 días	sáb 06/01/24	dom 07/01/24	12
Cama de arena	1 día	lun 08/01/24	lun 08/01/24	14
Recolocación de adoquines	3 días	mar 09/01/24	jue 11/01/24	15
Vereda 300 kg/cm2 e= 7 cm	3 días	mar 09/01/24	jue 11/01/24	
Accesibilidad universal	**3 días**	**vie 12/01/24**	**dom 14/01/24**	
Pavimento podotáctil	**3 días**	**vie 12/01/24**	**dom 14/01/24**	
Baldosa podotáctil de Alerta	3 días	vie 12/01/24	dom 14/01/24	17
Baldosa podotáctil de Guía	3 días	vie 12/01/24	dom 14/01/24	17
Seguridad Vial	**4 días**	**vie 12/01/24**	**lun 15/01/24**	
Señaléticas	1 día	vie 12/01/24	vie 12/01/24	17
Vallas peatonales	4 días	vie 12/01/24	lun 15/01/24	17
Demarcación de pavimento	2 días	sáb 13/01/24	dom 14/01/24	23
Obras complementarias	**4 días**	**mar 16/01/24**	**vie 19/01/24**	
Obras varias	**4 días**	**mar 16/01/24**	**vie 19/01/24**	
Placa conmemorativa	1 día	mar 16/01/24	mar 16/01/24	24
Aseo y entrega	3 días	mié 17/01/24	vie 19/01/24	28
Fin de Obra	0 días	vie 19/01/24	vie 19/01/24	

Figura 5.14: Programación de obra

Fuente: Elaboración propia

6. Conclusión

En síntesis, los tres objetivos específicos propuestos se dan por cumplidos, para el objetivo específico número uno, las visitas a terreno, mediciones y fotografías se realizó el diagnóstico del estado de la rotonda, identificando cada una de las patologías de un pavimento articulado y el aporte de deterioro de cada una de ellas respectivamente, para culminar este objetivo se analizaron los datos y se plasmaron en una serie de gráficos indicando porcentaje, cantidad de deterioro y el porcentaje de nivel de severidad en la que se encuentra la rotonda en la actualidad.

A continuación de ello en el objetivo específico número dos se da entrega de una solución correspondiente a especificaciones técnicas para el mejoramiento de la rotonda considerando patrón de colocación de adoquines, rutas accesibles, seguridad vial y sumideros de recolección de aguas lluvias entre otros. Un análisis y selección de la alternativa óptima para la carpeta de rodadura de la rotonda de adoquines tomando como opción en mantener el adoquín y reparar la base del pavimento hasta su recolocación debido a que el costo de hacerlo tiene como valor unitario para un metro cuadrado de $3.524 en comparación a al hormigón que para construir un metro cuadrado tiene un valor sumamente elevado de $35.425 y finalmente la proyección de la planimetría de cada una de las soluciones cabe destacar que para el desarrollo de este objetivo es crucial realizar el diagnostico.

Finalizando así con el tercer objetivo específico propuesto que contempla un costo de $ 85.152.901 y una duración de 18 días corridos para el mejoramiento completo propuesto para la rotonda, de igual forma cumpliendo con el objetivo anterior, se pudo dar cumplimiento al último objetivo propuesto para este anteproyecto.

Mediante la metodología propuesta permitió cumplir cada uno de los objetivos propuestos.

7. Bibliografía

Bahamondes, Rodrigo, Echaveguren, Tomás, & Vargas-Tejeda, Sergio. (2013). Análisis de métodos de diseño de pavimentos de hormigón. *Revista de la construcción*, *12* (3), 17-26. **Recuperado de**: https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2013000300002

Red vial básica comuna de Los Andes **Recuperado de:** http://www.obras.losandes.cl/download/lamina-red-vial-basica-comuna-de-los-andes/

Vilches. A (2022) "Propuesta de mantenimiento vial para Avenida Agua Santa desde Km. 5,74 hasta Km. 8,56 de la comuna de Viña del Mar".pdf

Miranda. R (2010) Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero Constructor. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE **Recuperado de:** http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf

D. E. A. (Sin fecha). Rotura de una matriz en rotonda Carlos Díaz deja sin agua potable a varias poblaciones del sector poniente de la ciudad. Los Andes Online. **Recuperado de:** http://www.losandesonline.cl/noticias/18762/rotura-de-una-matriz-en-rotonda-carlo-diaz-deja-sin-agua-potable-a-varias-poblaciones-del-sector-poniente-de-la-ciudad.html

Ministerio de Obras Públicas, C. (2016). *Manual de Carreteras Volumen N°7*. **Recuperado de:**

https://mc.mop.gob.cl/

Higuera Sandoval, Carlos Hernando & Pacheco Merchán, Óscar Fabián. (2010). Patología de pavimentos articulados. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, *9* (17), 75-94. Recuperado el 17 de mayo de 2023, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242010000200007&lng=en&tlng=es.

Instituto Chileno del Hormigón Manual de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón

Recuperado de: https://ich.cl/documentos-pavimentando/manual-diseno-de-pavimentos-de-adoquines-de-hormigon/

Cabrera, 2022 "ANÁLISIS TECNICO DE MEJORAMIENTO DE VÍAS CON ADOQUINES DE CONCRETO EN URBANIZACIÓN VILLAREAL" **Recuperado de:** https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/28576/4/CabreraJesus_2022_AnalisisPavimentacionAdoquines.pdf

Edgard Daniel Rodríguez Velázquez "Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la AV. Luis Montero en el distrito de Castilla"-Universidad de Piura-Facultad de Ingeniería **Recuperado de:** https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350

Penagos, G., & Cobaleda, D. (1990). *Manual para la Construcción de Pavimentos con Adoquines*. Sistema de Bibliotecas Repositorio Institucional. **Recuperado de:** https://hdl.handle.net/11404/6328

(Manual de Conservación de Pavimentos, MOP, 2019), **Recuperado de:** http://pavimentacion.metropolitana.minvu.cl/mpall3.asp

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, C (2020). *Manual de Señalización de Transito* **Recuperado de:** https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/Manual-de-Sen%CC%83alizacion-de-Transito.pdf

Knapton, J y Barber, S.D.(1980). UK research into concrete block pavement design. Proceedings of 1st International Conference on CBP.PAVE UK 80, 33-37. **Recuperado de:** https://ich.cl/unidad/referencias/