



Universidad de Talca

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Construcción

“DIAGNÓSTICO ACTUAL DE DOS PROYECTOS
DE PAVIMENTACIÓN CONSTRUIDOS HACE 15
AÑOS EN LA CIUDAD DE TALCA”

Memoria para optar al título de:
Ingeniero Constructor.

Profesor Guía:
Sr. Enzo Arellano Ramos.

JUAN IGNACIO VÁSQUEZ LÓPEZ
CURICÓ – CHILE
2022

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Two circular stamps and signatures are present. The left stamp is blue and contains the text "UNIVERSIDAD DE TALCA", "DIRECCIÓN", and "SISTEMA DE BIBLIOTECAS". A blue ink signature is written over the stamp. The right stamp is grey and contains the text "SISTEMA DE BIBLIOTECAS" and "CAMPUS CURICO". A blue ink signature is written over the stamp.

Curicó, 2023

Agradecimientos

A todos quienes hicieron posible de una u otra forma lograr esta meta de mi vida, ya será por medio de un consejo, apoyo o simplemente estando a mi lado en su momento, principalmente a mis padres, que siempre me han brindado sus valores y sabiduría para poder tener las herramientas necesarias. Lo que soy es gracias a ellos.

Agradecido de la vida.

ÍNDICE

pág

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

RESUMEN

GLOSARIO

1	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	1
1.1	Introducción.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo General.....	2
1.2.2	Objetivos Específicos.....	2
1.2.3	Justificaciones.....	2
1.3	Hipótesis.....	3
1.3.1	Hipótesis.....	3
1.3.2	Variables.....	3
1.3.2.1	Independientes.....	3
1.3.2.2	Dependientes.....	3
2	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Inicio de la historia de los Pavimentos.....	4
2.2	Pavimentos.....	7
2.2.1	Pavimento Rígidos.....	8
2.2.2	Pavimento Flexibles.....	9
2.3	Tipos de Pavimento según su servicio.....	10
2.3.1	Según la ubicación donde sirve.....	12
2.3.2	Según materiales de constitución.....	12
2.3.2.1	Suelo estabilizado.....	12
2.3.2.2	Pavimentos bituminosos.....	13
2.3.2.3	Pavimentos de losas de concreto de cemento	13

2.3.2.4	Pavimentos de adoquines.....	13
2.3.2.5	Pavimentos empedrados.....	14
2.3.2.6	Según número de capas.....	14
2.4	Fallas de Pavimentos.....	14
2.4.1	Causas de fallas.....	14
2.4.2	Tipos de fallas con presencia de fisuras y grietas.....	15
2.4.2.1	Falla por fatiga.....	15
2.4.2.2	Falla de borde.....	16
2.4.2.3	Falla en bloques.....	17
2.4.2.4	Fallas longitudinales.....	18
2.4.2.5	Fallas Transversales.....	19
2.4.3	Tipos de fallas superficiales.....	20
2.4.3.1	Baches en capa de rodadura	20
2.4.3.2	Ahuellamiento.....	21
2.4.3.3	Desgaste	22
2.4.3.4	Perdida de áridos	22
2.4.4	Normativas y regulaciones.....	23
3	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	24
3.1	Método de investigación.....	24
3.2	Selección de la muestra.....	24
3.3	Indicadores de problemáticas.....	25
3.4	Recolección de datos.....	25
3.5	Métodos de reparación para fallas en pavimentos asfálticos.....	27
3.5.1.	Proceso constructivo.....	27
3.6.	Métodos de reparación para fallas en pavimentos de hormigón.....	29
3.6.1.	Proceso constructivo.....	29
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	30
4.1.	Resultados Obra Circunvalación Norte.....	30
4.1.1.	Tipos de fallas presentes.....	30
4.1.2.	Cuantificación de fallas.....	38
4.1.2.1.	Falla por fatiga o bloque.....	38
4.1.2.2.	Falla longitudinal.....	38
4.1.2.3.	Falla Transversal.....	38

4.1.2.4.	Falla por desgaste.....	39
4.1.2.5.	Falla por combustión.....	39
4.1.2.6.	Conjunto de fallas.....	40
4.1.2.7.	Valla peatonal.....	40
4.1.3.	Costos directos asociados.....	41
4.1.3.1.	Costo directo para remoción de pavimento asfáltico.....	41
4.1.3.2.	Costo directo para remoción de capas granulares.....	43
4.1.3.3.	Costo directo para preparación de subrasante.....	44
4.1.3.4.	Costo directo para colocación de sub base.....	45
4.1.3.5.	Costo directo para colocación de base.....	46
4.1.3.6.	Costo directo para imprimación.....	47
4.1.3.7.	Costo directo para riego de liga.....	48
4.1.3.8.	Costo directo para concreto asfáltico capa intermedia.....	49
4.1.3.9.	Costo directo para concreto asfáltico de capa de rodadura.....	51
4.1.3.10.	Costo directo para sello superficial con mezcla asfáltica.....	52
4.1.3.11.	Costo directo para sellado de grietas.....	54
4.1.3.12.	Costo directo para valla peatonal.....	55
4.1.3.13.	Costo directo para demarcación.....	56
4.2.	Resultados Obra Alameda, 2 Norte.....	58
4.2.1.	Tipos de fallas presentes.....	58
4.2.2.	Cuantificación de fallas.....	59
4.2.2.1.	Falla por desgaste.....	59
4.2.2.2.	Falla de junta saltada.....	59
4.2.2.3.	Valla peatonal.....	60
4.2.3.	Costos directos asociados.....	60
4.2.3.1.	Costo directo para reparación de juntas saltadas.....	60
4.2.3.2.	Costo directo para vallas peatonales	61
5.	CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	63
6.	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	66
	BIBLIOGRAFÍA.....	67

RESUMEN

La presente memoria de título busca entregar un estudio de dos rutas de pavimentación en la ciudad de Talca con un posterior diagnóstico de condiciones. Es importante tener en cuenta que ambas pavimentaciones están ejecutadas con distinta materialidad, por lo que no es válido comparar las condiciones actuales entre ellas.

En la actualidad la red pavimentada en Chile está compuesta mayormente por pavimento asfáltico, los cuales están propensos a sufrir fallas. Para abordar las anomalías presentadas existen una serie de métodos, para esta investigación se aplicará un estudio técnico y económico de las fallas presentadas en ambas obras.

Un proyecto de este tipo necesita un estudio detallado de las condiciones actuales, materiales utilizados, características, tratamientos y/o reparaciones que se hayan ejecutado a la ruta a rehabilitar. Se debe tener en cuenta que todo se realiza por separado para cada obra, para así contar con un análisis representativo para cada una. Posteriormente se presentarán tablas con los costos directos asociados a las obras de conservación elegidas, además de los análisis respectivos.

ABSTRACT

The present dissertation presents a study of two paving routes in the city of Talca with a subsequent diagnosis of their conditions. It is important to take into account that both pavings are executed with different materials, so it is not valid to compare the current conditions between them.

Currently, the paved network in Chile is composed mostly of asphalt pavement, which is prone to failure. To address the anomalies presented there are a series of methods. For this investigation, a technical and economic study of the failures presented on both roads will be used.

A project of this kind requires a detailed study of the current conditions, materials used, characteristics, treatments, and/or repairs that have been carried out on the road to be rehabilitated. It must be taken into account that everything is done separately for each work to have a representative analysis for each one. After that, tables will be presented with the direct costs associated with the chosen conservation works, in addition to the respective analyses.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

Los proyectos de pavimentación desde un inicio se diseñan y se ejecutan con el fin de durar el mayor tiempo posible, dándoles una solución definitiva a los usuarios pudiendo suplir además con las características del proyecto, las necesidades que estos tienen. Sin embargo, hay situaciones externas perjudiciales que en su momento no se presentaron, controlaron o simplemente no se abordaron de una manera óptima, por lo que el producto no resultará ideal para las necesidades del presente o futuro.

A lo largo de su vida útil estos proyectos de pavimentación van presentando diferentes deterioros por diferentes motivos, es importante mantener cada cierto tiempo un control visual y un control de comportamiento seguro para los usuarios. Las anomalías externas o el desgaste nocivo deben ser reparados a tiempo para evitar el colapso total del pavimento.

En particular por esta razón se hace muy necesario detectar a tiempo estos deterioros, más aún si son dos proyectos que tienen un alto flujo vehicular siendo ambas vías principales que conectan la ciudad de Talca. Asimismo, así, poder reparar las estructuras del pavimento a un menor costo que el de una reparación total.

Además, por los posibles errores que se pudieron cometer en la ejecución de la obra para que se llevara a cabo, al diagnosticar el método que se utilizó para realizarlo, se puede llegar a la problemática, no solo con el fin de buscar una solución, sino también para tener la información como experiencia para evitarlo en una futura obra.

Si bien es común que la gente diga que los problemas se solucionan antes de que colapsen, para esto también es algo semejante. El fin es entender el por qué esto se debe solucionar antes de un eventual colapso.

Por otro lado, darles una solución segura a los usuarios es algo que no se puede transar, además de ser motivante. Por lo que es relevante darse el tiempo necesario para planificar todas las etapas de diagnóstico y estudio, viéndose constantemente vinculado con el área vial.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo General:*

- Realizar un levantamiento de información de dos proyectos viales, Circunvalación Norte y Proyecto de Alameda – 2 Norte, ambos de la Comuna de Talca. Con el fin de generar propuestas de soluciones para cada una de las anomalías presentes bajo criterios de costos y durabilidad.

1.2.2 *Objetivos Específicos:*

- Evaluar y crear una lista de anomalías mediante catastros en terreno de las condiciones actuales de ambos proyectos de pavimentación en Talca.
- Generar una lista de comparación de sistemas de reparaciones posibles para las diferentes tipos de anomalías presentes, con el fin de tener claridad de las soluciones más factibles para los distintos tipos.
- Analizar mediante un costo directo la factibilidad de los sistemas de reparación, para así, según conveniencia de costo, proponer estrategias para solucionar cada una de las anomalías presentes a lo largo de ambos proyectos.
- Presentar una lista detallada de soluciones a utilizar para cada anomalía por separado, generando costos directos individuales para ambos proyectos de conservación, obteniendo el respaldo de las propuestas bajo el criterio de costo.

1.2.3 *Justificaciones:*

- Se hace muy necesario detectar a tiempo estos deterioros, más aún si son dos proyectos que tienen un alto flujo vehicular siendo ambas vías principales que conectan la ciudad de Talca.
- Poder reparar las estructuras del pavimento a un menor costo que el de una reparación total.

1.3 Hipótesis

1.3.1. Hipotesis

- “El pavimento asfáltico teniendo las mantenciones periódicas necesarias es tan competitivo como el pavimento de hormigón en cuanto a vida útil, dado que se mantiene con una buena operatividad para el tránsito de vehículos”.

1.3.2. Variables

1.3.2.1. Independientes:

Años de servicio

Diferencia de granulométrica según tipo de pavimento

Espesores diferentes

Serviciabilidad según tonelaje de autos

Serviciabilidad según cantidad de autos

1.3.2.2. Dependientes:

Grietas

Relleno de Juntas

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Inicio de la historia de los Pavimentos

La piedra fue uno de los primeros materiales que utilizó el hombre como materia prima para la construcción de objetos, esto debido a su resistencia, durabilidad y se podía implementar de forma decorativa.

El empleo de los primeros caminos de suelo firme se remonta en el 3000 a.C., realizados por el Imperio Hitita en la península de Anatolia. Otro antecedente que destaca son los caminos hechos por los esclavos egipcios alrededor de las pirámides.

Por su parte en la cumbre de su poder el imperio Romano ejecutó alrededor de 80.000 km de calzadas en un total de 29 calzadas que iniciaban en la ciudad de Roma. Era una red que cubría todas las provincias importantes conquistadas. Estas calzadas tenían un espesor de 90 a 120 cm las cuales estaban compuestas por tres capas, siendo la superior una capa de bloques de piedras encajadas, tal como muestra la Figura nº1



Figura nº1 : "Corte transversal calzada Romana"

En el siglo XVIII se produce un gran avance en el conocimiento de las cales, con la investigación realizada por John Smeaton en Inglaterra, al encargarle la reconstrucción de un faro en Eddyston Roock que había sido destruido por el fuego. Para realizar esta obra marítima, tuvo Smeaton que buscar materiales adecuados para experimentar con varios tipos de cales. Observó, que con las cales fabricadas a partir de las calizas que contenían una determinada proporción de arcilla en su composición, se obtenían morteros más resistentes que los fabricados con cales puras y que además esos morteros fraguaban bajo el agua, circunstancia que no ocurría con los morteros de cal tradicionales en aquella época. Este descubrimiento progresó muy poco y durante mucho tiempo se emplearon las viejas mezclas de cal grasa y puzolana (base de los morteros romanos).

Por su parte la teoría de la hidráulica data de la segunda década del siglo XIX, siendo Vicat quien la define y afirma que, *calcinando una mezcla íntima de caliza y arcilla molidas conjuntamente en húmedo, se obtiene una cal hidráulica* (Labrador et al., n.d.). Los estudios de Vicat y las sucesivas modificaciones posteriores que se realizaron, sirvieron de base para la fabricación del cemento Pórtland, que hoy en la actualidad tiene una gran importancia en el campo de los conglomerantes.

El empleo de los cementos naturales en la construcción, se remonta a los tiempos del antiguo Egipto, seguido posteriormente por griegos y romanos. Estos cementos eran productos naturales que en algunos casos se sometían a tratamientos térmicos imperfectos y pueden considerarse, como los materiales intermedios entre las cales hidráulicas y el cemento Pórtland. Durante varios siglos se siguieron empleando estos tipos de cemento con mejor o peor acierto.

Con la llegada de la Era Industrial se explora con mayor cuidado la realización de rutas de pavimento, utilizando piedras más pequeñas (adoquines). La aparición del automóvil fomenta la diagramación de caminos más extensos y aptos para el traslado de vehículos de peso. El alquitrán se incorpora al pavimento de calles de Londres y Madrid. Pero los grandes avances en la materia se dan en los Estados Unidos, a través de la fabricación de nuevas capas asfálticas, que permiten una mayor flexibilidad en el desplazamiento de los autos.

La primera patente del cemento Pórtland data de 1824 y se le atribuye a Joseph Aspdin, constructor de Leeds. En el proceso de fabricación, se obtenía un producto de baja calidad debido a un defecto en la cocción. Charles Johnson, contemporáneo de Aspdin, mejoró las proporciones de caliza y arcilla elevando la temperatura de cocción de los hornos hasta llegar a la sinterización, el producto

una vez molido fraguaba mejor que el anterior y se le dio el nombre de cemento Pórtland, porque una vez fraguado tenía un color parecido a la piedra natural que se encuentra en la península de Pórtland al sur de Inglaterra.

El avance fundamental fue el resultado de las investigaciones llevadas a cabo por Vicat, demostrando que la sílice de la arcilla era la principal causante del endurecimiento en los cementos.

El uso de los pavimentos rígidos se dio en Estados Unidos, debido a la necesidad del país del Norte de caminos y rutas transitables para el transporte masivo. El crecimiento demográfico experimentado durante el siglo XIX procuraba nuevas vías de transporte. Fue el ingeniero escocés John Loundon Mc Adam el inventor del “macadam”, un nuevo tipo de superficie, apto para soportar el peso de los renovados vehículos y transportes de carga. Ingeniero escocés, a principios del siglo XIX Mc Adam publica escritos sobre su descubrimiento. El Macadam consistía en pequeñas gramillas de piedra y capas de rocas, lo que permitía un óptimo drenaje del agua lluvia. En 1830 se construye en el estado de Ohio la “National Road”, la primera ruta en la que se implementó este método.

En 1870 Edmund J. DeSmedt colocó el primer pavimento asfáltico en Nueva Jersey, Estados Unidos. Y es en 1900 que Frederick J. Warren patentó las primeras mezclas asfálticas en caliente para la pavimentación (Asociación Mexicana del Asfalto, n.d.)

A partir de 1905 comienza a utilizarse el concreto como material para la construcción de las carreteras, dando lugar al proyecto de obras públicas más importante de la historia: el sistema inter-estatal de carreteras, con una longitud de casi 28.000 km. Este sistema de transporte comunica todas las grandes ciudades del país. Fue creado en 1956, gracias a la colaboración del gobierno de Dwight Eisenhower, tras quince años de trabajos de construcción. Además el desarrollo del petróleo fomenta la utilización de betunes asfálticos para la fabricación de carreteras viales y pistas de aterrizaje.

En 1910 se construyó el primer pavimento de concreto en una carretera en el continente americano, la cual tenía un espesor de 6 pulgadas. El tramo tenía una longitud aproximada de una milla en Wayne Country, Michigan.

A partir del siglo XX la aviación por su parte se desarrolla a gran velocidad, por lo que es necesaria la construcción de pistas que soporten el peso de aeronaves. El primer aeropuerto se construye en 1912 en Amsterdam, Holanda.

La llegada de la Segunda Guerra mundial expandió la cantidad de pistas de aterrizaje en las zonas europeas, ante la urgencia de las estrategias militares.

A fines del siglo XX se empiezan a crear nuevas técnicas en el desarrollo de nuevas carreteras, con el fin de mejorar la adherencia y la capacidad de drenaje ante situaciones climáticas adversas. (Rama Labrador, 2003)

2.2. Pavimentos

Por pavimento se entiende un conjunto de capas superpuestas, de diferentes materiales y adecuadamente compactadas. Estas capas se apoyan sobre la plataforma obtenida por el movimiento de tierras y deben soportar las cargas de tránsito por un periodo de varios años sin deterioros que afecten a la seguridad, a la comodidad de los usuarios o a la propia integridad del pavimento. (Dirección de Vialidad – Gauss S.A.)

El pavimento presenta varias funcionalidades, siendo sus principales:

- Proporcionar uniformidad en su superficie, teniendo una textura adecuada para su transitabilidad.
- Lograr resistir las diferentes acciones que el tránsito provoca y asimismo transmitir optimamente la carga a las capas inferiores.
- Tener la capacidad de imposibilitar la acumulación de humedad interna y protección de los efectos del hielo y deshielo.

Como generalidades el pavimento tiene:

- Resistencia: es su capacidad de soportar las cargas de servicios presente.
- Tránsito: cantidad y tipos de vehículos que circularán sobre el.
- Durabilidad: Sobrellevar el tiempo mínimo para lo que fue diseñado, teniendo en cuenta el tránsito y la acción del medio ambiente.
- Capacidad de servicio: Capacidad de experimentar deformaciones compatibles a las cargas expuestas.

Existe la clasificación de pavimentos según su característica principal:

- Pavimentos Rígidos
- Pavimentos Flexibles

2.2.1. Pavimentos Rígidos

“Pavimento formado por una capa de rodadura de alta rigidez y por una base de apoyo de material seleccionado y/o tratado. Esta última se puede omitir si el material de fundación es apropiado. Normalmente, están constituidos por losas de hormigón de cemento hidráulico, simple o reforzado, colocadas sobre una subbase de agregado granular. Debido a la rigidez del sistema, las cargas de ruedas son soportadas principalmente por la resistencia a la flexión de las losas de hormigón, disipándose ampliamente su efecto en el suelo bajo la subrasante”. (Manual de Carretera, Volumen 7, 2016).

La capa de rodadura, está compuesta por diferentes tipos de materiales, que en conjunto conforman hormigón, material de alta dureza que se comporta de manera excelente a la compresión, esto lo hace ideal para soportar cargas de tránsito. Esta capa puede ir o no reforzada con armadura. Los materiales que componen el hormigón son: Agua, cemento, áridos y posible inclusión de aditivos.

- Agua: Sustancia líquida, constituida por hidrógeno y oxígeno, para poder ser ocupada en la conformación del hormigón debe cumplir la característica que sea potable, posible de consumir.
- Cemento: Es un polvo, que viene de la mezcla de arcilla y caliza, al tomar contacto con el agua, funciona como material aglutinante, formando una pasta que adhiere los elementos que conformarán el hormigón.
- Áridos: “Material pétreo compuesto de partículas duras, de forma y tamaño estable”. (Nch163.Of79). Estas partículas pueden ser de diferentes tamaños y deben estar limpias para ser usadas en la composición del hormigón. Los áridos deben ser pasados por un ensayo granulométrico que estará dado bajo diseño según el tipo de hormigón que se quiera componer.
- Aditivos: “Material aditivo agregado al hormigón en pequeñas cantidades para modificar alguna de sus propiedades por acción física, química o físico-química”. (Nch2182.Of95). Aditivos hay de varios tipos, algunos pueden ser: Plastificantes, retardadores, aceleradores, plastificantes y retardadores, plastificantes y aceleradores, superplastificantes y retardadores, incorporadores de aire, entre otros.

2.2.2. Pavimentos Flexibles

Desde el punto de vista de diseño, los pavimentos flexibles están conformados por una serie de capas desde la plataforma de la subrasante (algunos incluyen como parte del pavimento la última capa de la subrasante) hasta la superficie de rodadura. La distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema de estructuración. Este tipo de pavimento está compuesto por capas dispuestas en orden descendente según la capacidad de carga. (Dirección de Vialidad – Gauss S.A.)

La típica estructura de un pavimento flexible consta de las siguientes capas (Dirección de Vialidad – Gauss S.A.):

- Capa superficial o superficie de rodadura: Esta es la capa que entra en contacto con el tráfico y medio ambiente. La capa superficial puede estar compuesta por una o varias capas asfálticas. En el caso de superficies de rodadura, algunas veces éstas no ayudan a resistir las cargas externas, más bien protegen las capas estructurales inferiores, enmarcándose dentro de esta categoría los tratamientos superficiales (simple, doble, o triple), las lechadas asfálticas y los cape seal.
- Base: Esta es la capa que se encuentra directamente debajo de la capa superficial y, en general, se compone de material granular (grava – arena).
- Sub-base: Es la capa que está bajo la capa de base y también es granular del tipo grava – arena.

Los pavimentos asfálticos o flexibles y los revestimientos asfálticos, los podemos clasificar acorde a la función que desempeñan en el pavimento de una calzada, de la siguiente manera (Código de normas, MINVU 2008):

- Riegos Asfálticos:
 - Riego de imprimación
 - Riego de liga
 - Riego de neblina
- Capas no estructurales:
 - Lechadas asfálticas
 - Cape seal
 - Microaglomerados en frío

- Capas estructurales
 - Mezclas asfálticas en caliente
 - Mezclas asfálticas en frío.

2.3. Tipos de pavimentos según su servicio

Según el Código de normas, “para el diseño estructural de pavimentos urbanos, surge de la aplicación de estudios realizados por el MINVU, tomando en consideración que el tránsito que circula por las vías urbanas depende fundamentalmente de la categoría de la vía a diseñar”. (MINVU Gobierno de Chile, 2008)

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) clasifica las vías de tránsito vehicular según la importancia en términos del rol articulador de las distintas actividades que se generan en dichos centros urbanos (Fontalba Gallardo, 2015). De mayor a menor importancia se ordenan de la siguiente forma:

- Vías Expresas:

Su función es establecer las conexiones intercomunales entre las diferentes áreas urbanas a nivel regional, además permite desplazamientos a grandes distancias con una continuidad funcional mayor a 8 km. Su velocidad de diseño oscila entre los 80-100 km/hr y considera un flujo vehicular mayor a 4000 veh/hr, esto considerando ambos sentidos. Su flujo en gran medida corresponde a automóviles y cuenta también con presencia de locomoción colectiva y vehículos de carga. Finalmente, la distancia entre líneas oficiales y el ancho mínimo de sus calzadas no puede ser inferior a 50 m y 21 m respectivamente. No contempla la presencia de ciclo vía.

- Vías Troncales:

Su función es generar conexión entre las diferentes zonas urbanas de una intercomuna. Presenta una continuidad funcional mayor a 6 km y su velocidad de diseño esta entre los 50-80 km/hr. Considera un flujo vehicular mayor a 2000 veh/hr y este flujo corresponde principalmente a locomoción colectiva y automóviles. Cruces, paraderos de locomoción colectiva, servicios anexos y otros elementos singulares, están distanciados a más de 500 m entre sí. La distancia entre líneas oficiales y el ancho mínimo de sus calzadas no puede ser inferior a 30 m y 14 m respectivamente. Puede contemplar la presencia de ciclovías.

- Vías Colectoras

Su función es proporcionar un corredor de distribución entre la residencia y los centros de empleo y de servicios. Funciona también como repartidora y/o captadora hacia o desde la trama vial de nivel inferior. Su continuidad funcional es mayor a 3 km y su velocidad de diseño oscila entre 40-50 km/hr. El flujo vehicular es mayor a 1500 veh/hr, considerando ambos sentidos y su flujo es mayoritariamente de automóviles, además se puede prohibir en su calzada el estacionamiento de cualquier tipo de vehículo. La distancia entre líneas oficiales y el ancho mínimo de sus calzadas no puede ser inferior a 30 m y 14 m respectivamente. Puede o no contemplar la presencia de ciclovías

- Vías de Servicio

Corresponde a la vía central de centros o subcentros urbanos que tiene como función permitir la accesibilidad a los servicios y al comercio emplazado en sus márgenes. Presenta una continuidad funcional mayor a 1 km y una velocidad de diseño entre 30-40 km/hr. Su flujo vehicular es aproximadamente de 600 veh/hr, en toda su calzada, mayoritariamente de locomoción colectiva. La separación entre paraderos de locomoción colectiva es mayor a 300 m y se permite en su calzada el estacionamiento de vehículos. La distancia entre líneas oficiales y el ancho mínimo de sus calzadas, tanto si se trata de un solo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito, no puede ser inferior a 15 m y 7 m respectivamente. Puede o no contemplar la presencia de ciclovías.

- Vías Locales

Esta vía establece las relaciones entre Vías Troncales, Colectoras, Servicio y de acceso a la vivienda. Pensada para desplazamientos a corta distancia. No posee continuidad para servicios

de transporte y su velocidad de diseño es entre 20-30 km/hr. Flujo de automóviles y vehículos de tracción animal y humana, ocasionalmente locomoción colectiva. Tiene un flujo vehicular de capacidad media o baja y permite en su calzada el estacionamiento de vehículos. La distancia entre líneas oficiales no es menor a 11 m y su ancho mínimo de calzada no puede ser inferior a 6,5 m si se trata de un solo sentido de tránsito, o menor a 7 m si es de doble sentido de tránsito. No se permite la presencia de ciclovías.

- Pasajes

Los pasajes están destinados a circulación de peatones y ocasionalmente de vehículos. La distancia entre líneas oficiales es de 8 m mínimo, presenta una franja pavimentada no menor a 3,5 m y antejardines de mínimo 2 m de ancho.

No existe una clasificación única para los tipos de pavimentos que se pueden utilizar según el servicio que este tendrá. Por lo cual se eligen de acuerdo a criterios y distintos puntos de vista.

2.3.1. Según la ubicación donde sirve

- Pavimento para zonas urbanas
- Pavimento para carreteras
- Pavimento para aeropuertos
- Pavimento para puertos y muelles

2.3.2. Según materiales de constitución (Melendez Calvo, 2015)

2.3.2.1. Suelo estabilizado

El proceso de estabilización de suelo se realiza a un suelo en estado natural, con el fin de darle resistencia a la abrasión y al corte, y así cumplir con las condiciones de soporte de tráfico o cargas bajo las condiciones climatológicas sin sufrir deformaciones desfavorables.

Para justificar una estabilización se tienen una serie de casos:

- Un suelo de sub rasante desfavorable, muy arenoso o arcilloso.
- Materiales para base o sub base en el límite especificado.
- Condiciones desfavorables de humedad.
- La necesidad de asegurar una buena calidad de base como en el caso de una autopista.
- En una repavimentación con materiales propios.

2.3.2.2. Pavimentos bituminosos

Se utiliza como superficie de rodadura o carpeta asfáltica, existiendo desde paquetes estructurales simples y económicos hasta mas complejos y costosos. Debajo de estas capas bituminosas se encuentran bases granulares y sub bases granulares.

En el caso de que la base se construye de suelo cemento o suelo asfalto con una rigidez y resistencia mecánica alta, su flexibilidad puede desaparecer y comportarse de forma rígida o semi rígida.

2.3.2.3. Pavimentos de losas de concreto de cemento

Estructuras diseñadas para absorber los esfuerzos producidos por las cargas repartiendola por la totalidad de su superficie. Estas pueden ser

- Pavimento de concreto simple, sin varillas en juntas.
- Pavimento de concreto simple, con varillas en juntas.
- Pavimento de concreto reforzado de manera continua.
- Pavimento de concreto presforzado.
- Pavimento de concreto presforzado con fibras cortas de acero.

El punto crítico de diseño esta presentes en las juntas, las cuales sirven para controlas los cambios de volúmenes y temperatura inestable.

2.3.2.4. Pavimento de adoquines

Adoquines con forma geométrica que son acomodados en hileras o entramados con juntas uniformes. Su materialidad varía entre piedra, entarugados de madera o troncos, enladrillados y de asfalto comprimido. Inferior a estos adoquines debe haber una base de agregado fino la cual esta compactada y nivelada.

Este tipo de pavimento es versatil por su estética, facilidad para construir ya que no se requiere personal especializado, es fácil de conservar y se puede transitar inmediatamente.

2.3.2.5. Pavimentos empedrados

El material es de cantos rodados, el cual es asentado sobre la tierra, teniendo en consideración los niveles de la parte superficial. Este tipo de pavimento es el mas irregular.

2.3.2.6. Según número de capas

Existe el pavimento simple que esta constituido por una sola capa y el pavimento compuesto. Este último constituido por mas de una capa, pudiendo ser bituminoso o de losas de concreto, esto dependiendo del tráfico que se va a soportar. También son conocido como pavimento mixto.

2.4. Fallas de Pavimento

Si bien la palabra falla tiene mas de un significado, esto es según contexto. Siendo las principales por defecto, falta o fractura. En la que se enfocará esta memoria será la que tiene po definición, una falla es un *defecto material de una cosa que le hace menos resistente*. (Navarro, 2004)

Para el caso de pavimentos las “fallas” o “daños” no se presentan repentinamente, estos se van presentando de forma progresiva, más o menos rápido según sea la acción del clima o sollicitaciones del tránsito. Los daños van provocando que el desempeño del pavimento sea insatisfactorio, es decir, cada vez menos óptimo según diseño. El pavimentos presenta los daños de forma diferente según el tipo de pavimento, ya sea rígido, flexible o mixto. (DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS, 1990)

2.4.1. Causas de fallas

- Que al menos una capa del paquete estructural sea inferior a la especificada en el diseño.
- Un sistema de drenaje inadecuado, esto disminuye la vida útil del paquete.
- Para pavimentos flexibles, que una capa tenga mayor grado de rigidez es perjudicial.
- Una subrasante con baja capacidad de soporte.
- Existencia de asentamientos en alguna capa inferior por una mala compactación.
- Para pavimentos rígidos, alguna junta de dilatación mal realizada es perjudicial.

2.4.2. Tipos de fallas con presencia de fisuras y grietas (González Morgado, 2018)

2.4.2.1. Falla por fatiga

Características visuales: Conjunto de grietas conectadas entre sí, similar a una piel de cocodrilo como muestra la figura 2. Se presentan normalmente lugares de alta sollicitación de carga

Causas: Un espesor de capas inferior al diseñado; mal diseño de peralte por lo que el funcionamiento del drenaje no es el óptimo o una mezcla asfáltica muy rígida

Solución: Se inicia con un estudio visual del nivel de deterioro de las grietas, sus anchos y si existe presencia de finos en su superficie. Los niveles de deterioros se separan en tres, para poder darle una solución más o menos costosa.

Para un nivel bajo de deterioro con grietas que no superan los 3 milímetros, no existe presencia de finos en la superficie y no conectándose las grietas entre sí. La solución es colocar un sello o una lechada asfáltica en las zonas afectadas.

Para un nivel de deterioro medio con grietas conectadas entre sí, sin embargo, en la superficie no hay presencia de finos. La solución es colocar un sello o lechada asfáltica en toda la superficie del pavimento afectado.

Para un nivel alto de deterioro existen grietas que pueden estar sueltas o desprendidas del paquete estructural, además de presentar finos en la superficie proveniente de la base del paquete estructural. La solución es extraer las capas de pavimento dañado y colocar unas nuevas.



Figura n°2: "Falla por fatiga en pavimento flexible"

Fuente: <http://www.fallasenpavimentoflexible.blogspot.com>

2.4.2.2. Falla de borde

Características visuales: Se ubican en los bordes de la calzada, con forma de medialunas como muestra la figura 3.

Causas: Normalmente se presentan en ocasiones de inexistencia de bermas o soleras, por lo que no cuenta con el confinamiento requerido.

Solución: Se inicia con un estudio visual del nivel de deterioro, presencia de grietas y pérdida de mezcla asfáltica. Los niveles de deterioros se separan en tres, para poder darle una solución más o menos costosa.

Para un nivel bajo de deterioro, solo con presencia de fisuras en los bordes. La solución es una reconstrucción de la berma, teniendo en cuenta una buena compactación de la capa granular y considerando algún tratamiento superficial, además se debe sellar toda el área del pavimento dañado.

Para un nivel de deterioro medio, se tiene presencia de grietas en los bordes pudiendo tener saltaduras, además de tener pérdida de mezcla asfáltica bajo el 10% de la longitud del tramo afectado. La solución será la misma que se realiza en un deterioro bajo.

Para un alto nivel de deterioro con saltaduras considerables en los bordes de las grietas, además de presentar pérdida de mezcla asfáltica sobre el 10% de la longitud del tramo afectado. La solución es la reconstrucción de la franja completa del pavimento afectado, considerando una buena compactación y un tratamiento superficial.



Figura n°3: “Falla de borde en pavimento flexible”

Fuente: Manual de carretera Volumen 7 – Catálogo de Deterioro de Pavimentos (Ministerio de Obras Públicas, 2000)

2.4.2.3. Falla en bloques

Características visuales: Fragmentación en trozos de diferentes dimensiones en el pavimento, tal como muestra la figura 4.

Causas: Por una mezcla asfáltica muy rígida o que la subrasante tenga una baja capacidad de soporte.

Solución: Se inicia con un estudio visual del nivel de deterioro que es netamente el ancho de las grietas presentes. Los niveles de deterioros se separan en tres, para poder darle una solución más o menos costosa.

Para un bajo nivel de deterioro, existen fisuras de un ancho menor o igual a 3 milímetros. La solución es aplicar un sello o lechada asfáltica en toda la superficie afectada.

Para un nivel medio de deterioro con un ancho de grietas superior a 3 milímetros e inferior o igual a 20 milímetros. La solución es la misma que para un deterioro bajo.

Para un nivel alto de deterioro deben existir grietas que superan los 20 milímetros. La solución es rehacer la carpeta asfáltica, considerando un sello previo en las grietas existentes.



Figura n°4: “Falla por bloques de un pavimento flexible”

Fuente: <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificación-fallas.pdf>

2.4.2.4. Fallas longitudinales

Características visuales: Grietas o fisuras en el mismo sentido del eje de la calzada. Comúnmente se presentan en el eje de la calzada o en las huellas de los vehículos. Un claro ejemplo es el que se muestra en la figura 5.

Causas: Cuando se presentan en el eje de la calzada, principalmente se debe por un mal proceso constructivo. Cuando se presentan en las huellas de los vehículos puede ser por una mezcla asfáltica muy rígida o por asentamientos en las bases inferiores.

Solución: Se inicia con un estudio visual del nivel de deterioro que es netamente el ancho de las grietas presentes. Los niveles de deterioros se separan en tres, para poder darle una solución más o menos costosa.

Para un bajo nivel de deterioro, existen fisuras de un ancho menor o igual a 3 milímetros. La solución es aplicar un sello sobre las fisuras.

Para un nivel medio de deterioro con un ancho de grietas superior a 3 milímetros e inferior o igual a 20 milímetros. La solución es la misma que se realiza en un deterioro bajo.

Para un nivel alto de deterioro deben existir grietas que superan los 20 milímetros. La solución es la misma que se realiza en un deterioro bajo y medio.



Figura n°5: "Falla longitudinal en pavimento flexible"

Fuente: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Alargar-la-vida-de-las-carreteras>

2.4.2.5. Fallas Transversales

Características visuales: Grietas o fisuras presentes perpendicularmente al eje de la calzada. Como se muestran en la figura 6.

Causas: Por juntas mal ejecutadas o una mezcla asfáltica muy rígida.

Solución: Se inicia con un estudio visual del nivel de deterioro que es netamente el ancho de las grietas presentes. Los niveles de deterioros se separan en tres, para poder darle una solución más o menos costosa.

Para un bajo nivel de deterioro, existen fisuras de un ancho menor o igual a 3 milímetros. La solución es aplicar un sello o lechada asfáltica en toda la superficie afectada.

Para un nivel medio de deterioro con un ancho de grietas superior a 3 milímetros e inferior o igual a 20 milímetros. La solución es la misma que para un deterioro bajo.

Para un nivel alto de deterioro deben existir grietas que superan los 20 milímetros. La solución es rehacer la carpeta asfáltica, considerando un sello previo en las grietas existentes.



Figura n° 6: “Falla transversal en pavimento flexible”

Fuente: <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/fisura-transversal/>

2.4.3. Tipos de fallas superficiales

2.4.3.1. Baches en capa de rodadura

Características visuales: Espacio vacío por fragmento de pavimento desprendido. Comúnmente es circular como se ve en la figura 7 y debe tener mínimo 150 milímetros de diámetro para ser considerado como bache.

Causa: Por un pavimento inadecuado para la solicitación de carga requerido o para los agentes externos por un sistema de drenaje mal utilizado o no empleado. También puede pasar por una mala ejecución en el proceso constructivo.

Solución: Se inicia con un estudio visual del nivel de deterioro que es netamente la profundidad de los baches presentes. Los niveles de deterioros se separan en tres, para poder darle una solución más o menos costosa.

Para un bajo nivel de deterioro, existen baches con una profundidad menor o igual a 30 milímetros. La solución es remover el área defectuosa hasta la profundidad necesaria y rellenar con mezcla asfáltica en frío o en caliente.

Para un nivel medio de deterioro con una profundidad de baches superior a 30 milímetros e inferior o igual a 50 milímetros. La solución es la misma que para un deterioro bajo.

Para un nivel alto de deterioro deben existir baches que superan los 50 milímetros. La solución es rehacer la carpeta asfáltica, considerando un sello previo en las grietas existentes.



Figura n° 7: "Bache en pavimento flexible"

Fuente: Manual de carretera Volumen 7 – Catálogo de Deterioro de Pavimentos, 2000

2.4.3.2. Ahuellamiento

Características visuales: Es un descenso longitudinal que sucede en el lugar donde transitan las ruedas de los vehículos, visualizándose en la figura 8.

Causa: Una compactación deficiente de la base o un mal amasado de la mezcla asfáltica. También puede ser la falta de capacidad de soporte de la base o un diseño inadecuado de la mezcla asfáltica.

Solución: Se inicia con un estudio visual del nivel de deterioro que es netamente la profundidad del ahuellamiento presente. Los niveles de deterioros se separan en tres, para poder darle una solución más o menos costosa.

Para un bajo nivel de deterioro, existe un ahuellamiento con una profundidad menor o igual a 20 milímetros. La solución es rellenar la huella con mezcla asfáltica hasta nivelar con la cota de la rasante.

Para un nivel medio de deterioro con una profundidad de ahuellamiento superior a 20 milímetros e inferior o igual a 40 milímetros. La solución es rellenar la huella con mezcla asfáltica y posteriormente cubrir la totalidad de la calzada con una capa asfáltica de un mínimo de 50 milímetros.

Para un nivel alto de deterioro debe existir un ahuellamiento que supera los 40 milímetros. La solución es realizar un frezado de la superficie total que está presente la falla y reemplazarla por otra que tenga la capacidad de soporte adecuada para la carga solicitante.



Figura n° 8: "Ahuellamiento en pavimento flexible"

Fuente: Manual de carretera Volumen 7 – Catálogo de Deterioro de Pavimentos, 2000

2.4.3.3. Desgaste

Características visuales: Pérdida evidente de la superficie de la capa de rodadura, dejando expuesto los áridos de mayor tamaño como se muestra en la figura 9.

Causa: Utilización de áridos inadecuados.

Solución: La única solución es recubrir la superficie con una carpeta de rodadura menor a 50 milímetro de espesor, considerando los áridos adecuados.



Figura nº 9: “Desgaste en pavimento flexible”

Fuente: Manual de carretera Volumen 7 – Catálogo de Deterioro de Pavimentos, 2000

2.4.3.4. Pérdida de áridos

Características visuales: Existe una pérdida de mortero asfáltico, quedando expuestos los áridos de mayor tamaño, presentándose principalmente en las huellas. La figura 10 hace alusión a la falla.

Causa: Una mala dosificación de la mezcla asfáltica, áridos contaminados, ligante inadecuado o inexistencia de uniformidad.

Solución: Se inicia con un estudio visual del nivel de deterioro, la cual implica pérdida de áridos y ligante, además de existencia de ahuellamiento. Los niveles de deterioros se separan en tres, para poder darle una solución más o menos costosa.

Para un bajo nivel de deterioro, existe una pérdida mínima de áridos o ligante. Además, que el ahuellamiento es menor a 20 milímetros. La solución es colocar un sello o lechada asfáltica para detener el deterioro.

Para un nivel medio de deterioro existe una pérdida de árido y ligante, una superficie irregular. Además de pérdida de áridos finos y gruesos. Por su parte el ahuellamiento es igual o superior a 20 milímetros. La solución es colocar una nueva carpeta asfáltica de rodadura no menor a 50 milímetros.

Para un nivel alto de deterioro debe existir una pérdida significativa de áridos y ligante, lo que produce una superficie rugosa. La solución es la misma que se realiza con un deterioro medio.



Figura n° 10: “Pérdida de áridos en pavimento flexible”

Fuente: Manual de carretera Volumen 7 – Catálogo de Deterioro de Pavimentos, 2000

2.4.4. Normativas y regulaciones

Las normativas y procedimientos aparecidos en el “Código de normas y Especificaciones técnicas de Obras de Pavimentación” son los correctos para la clasificación de fallas y

reparaciones necesarias. Además de considerar las regulaciones respectivas como de los equipos, estudios, controles y mediciones.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

El fin de esta memoria es realizar un levantamiento de información del estado actual de dos proyectos viales, los cuales se diferencian por su materialidad y tipo de tránsito. La información se centrará inicialmente en estudiar las anomalías detectadas y los sistemas de reparación que se puedan implementar.

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será experimental según la manipulación de las variable, debido a que se busca diagnosticar y analizar los efectos que provocan los estímulos sobre las variables dependientes.

Se busca demostrar que el pavimento asfáltico en cuanto a vida útil es tan competitivo como el pavimento de hormigón, sin embargo, puede necesitar mantenciones más periódicas y así conservarse en una buena operación para el tránsito de los vehículos.

Se tendrá en cuenta los años de servicio que tendrá el pavimento, el espesor y la serviabilidad con respecto al tonelaje y cantidad de autos. Siendo estas las variables independientes. (Estímulos).

3.2. Selección de la muestra

Inicialmente se realizará un proceso de interiorización con respecto a los proyectos identificando las especificaciones técnicas y buscando los antecedentes para así estudiarlos.

Al tener las justificaciones de diseño y sus características, se procederá a fijar una visita a terreno para comparar el desgaste pronosticado versus a lo que está presente, esto gracias a una visita a terreno. Además se debe obtener material visual de lo visto en terreno para estudiar y realizar un juicio sobre las características de las anomalías que puedan existir. Como respaldo

del juicio se hará una investigación con obras de conservación ya realizadas y que hayan tenido una buena ejecución además de ser aprobadas por algún inspector y/o ente certificado.

Para las reparaciones de igual manera se recurrirá a investigar por manuales vigentes en Chile y obras de conservación ya realizadas y que hayan tenido una buena ejecución además de ser aprobadas por algún inspector y/o ente certificado.

Para la elección de las reparaciones se debe realizar un estudio de factibilidad de las posibilidades de implementación, teniendo en cuenta el costo y la durabilidad de cada una.

3.3. Indicadores de problemáticas

El análisis correcto para poder elegir las reales problemáticas existentes en cada obra lo dan los indicadores seleccionados previamente, siendo unos más evidentes que otros. Como el principal indicador se tiene la cantidad de metros lineales de grietas presentes a lo largo de cada obra y como están repartidas geográficamente dentro de estas. Si bien es algo explícito, cualidad que no lo hace estar exento de un análisis riguroso, ya que las obras pueden estar expuestas a problemáticas externas.

Otro indicador es la opinión de usuarios que transitan por el lugar a diario o eventualmente. Una encuesta con preguntas puntuales más alcances propios de los encuestados pueden ser indicios de problemas dentro de las obras.

La presencia de unidades de reparaciones es de gran ayuda para poder conocer cuáles fueron los lugares en los cuales aparecieron las primeras fallas, dándoles más importancia a estos lugares puntualmente a la hora de hacer los recorridos en terreno.

3.4. Recolección de datos

Para obtener resultados concretos y representativos de las obras, la recolección de datos es clave. La planificación realizada parte con la búsqueda de los ítems principales de cada obra presentes en los antecedentes, los cuales pueden presentar algún tipo de falla. Posteriormente se lleva a cabo una inspección en terreno para poder buscar y digitalizar todas las anomalías presentes.

Se comienza en el inicio del contrato el cual esta en la conexión con la Avenida Lircay, tal cual muestra la Figura n° 11. Se toma una fotografía correspondiente además de medir la falla según la unidad necesaria para cubicar posteriormente. Además se anotan sigularidades presentes en cada una de las anomalías.

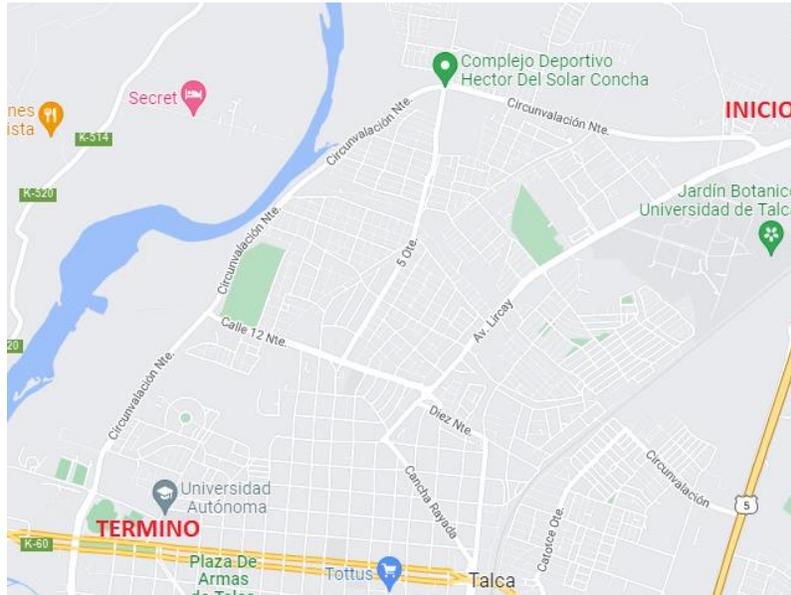


Figura n° 11: “Plano de Obra, Avenida Circunvalación Norte”

Fuente: Google maps.

Se debe tener en cuenta que el lado poniente es el lado derecho de la obra Circunvalación Norte.



Figura n° 12: “Plano de Obra, Avenida Circunvalación Norte”

Fuente: Google maps.

3.5. Métodos de reparación para fallas en pavimentos asfálticos

3.5.1. Proceso constructivo

- Procedimiento de seguridad: Colocación de señáleticas para cortes de tránsito necesarios para facilitar el trabajo en la reconstrucción del pavimento, además de brindar la seguridad para peatones y usuarios que circulen por el lugar.
- Remoción del pavimento y capas granulares: Demolición del pavimento existente, puede ser por medio de una fresadora o con una retroexcavadora con accesorio de demolición, que ira fraccionando el paquete estructural para que por medio de una retroexcavadora con cuchara sea removido. Esta remoción se realizara en todo el espesor del pavimento, y donde se especifique también desde la sub base hasta la carpeta asfáltica.
- Traslado de escombros: Los escombros serán transportados por medio de camiones al o los vertederos autorizados.
- Preparación de subrasante: Por medio de una retroexcavadora se distribuyen los agregados pétreos sobre la superficie de manera que el material resulte homogéneo. Posteriormente con un camion aljibe se aplican los riegos de agua necesarios para suministrar la humedad óptima para su compactación. Una vez distribuido y humectado se compacta la superficie por medio de una placa compactadora, esto será necesario para alcanzar la densidad solicitada en el diseño.
- Colocación de sub base: Por medio de una retroexcavadora se distribuyen los agregados pétreos que cumplan con la granulometría exigida en el diseño. Posteriormente con un camion aljibe se aplican los riegos de agua necesarios para suministrar la humedad óptima para su compactación. Una vez distribuido y humectado se compacta la superficie por medio de una placa compactadora, esto será necesario para alcanzar la densidad solicitada en el diseño.
- Colocación de base: Por medio de una retroexcavadora se distribuyen los agregados pétreos que cumplan con la granulometría exigida en el diseño. Posteriormente con un camion aljibe se aplican los riegos de agua necesarios para suministrar la humedad óptima

para su compactación. Una vez distribuido y humectado se compacta la superficie por medio de una placa compactadora, esto será necesario para alcanzar la densidad solicitada en el diseño.

- Imprimación: Con la ayuda de un camión imprimador se realiza este proceso que consiste en el riego de un imprimante bituminoso con el fin de sellar la superficie, cohesional las partículas de la superficie sueltas de la base y dar una capa firme para la adherencia de la capa asfáltica.
- Concreto asfáltico capa intermedia. Con ayuda de jornales se espase la mezcla asfáltica vertida por un camión transportador. En seguida se pasa un rodillo compactador liso y tras ese un rodillo amasador neumático para alcanzar la densidad de diseño definido para el pavimento.
- Riego de liga: Con la ayuda de un camión de riego de liga se realiza este proceso que consiste en el riego de la emulsión, distribuyendola cuidadosa y uniformemente en toda la superficie el fin de sellar la superficie, con el objeto de producir adherencia entre esa superficie y la capa asfáltica que la cubre.
- Concreto asfáltico de rodadura: Con ayuda de jornales se espase la mezcla asfáltica vertida por un camión transportador. En seguida se pasa un rodillo compactador liso y tras ese un rodillo amasador neumático para alcanzar la densidad de diseño definido para el pavimento.
- Lechada asfáltica: Se aplica al pavimento como un tratamiento superficial con el fin de reparar la superficie de pavimentos asfálticos.
- Sellado de grietas: Inicialmente se procede a la remoción y extracción de los materiales inadecuados o sueltos que haya en las grietas. Esto se ejecuta con herramientas manuales apropiadas para no dañar el resto del pavimento. El polvo y material suelto que quede, se elimina mediante un barrido y/o un soplado con aire comprimido, hasta dejar las paredes totalmente limpias y firmes en toda su profundidad. Posteriormente se realiza el relleno de la cavidad, se recomienda no exceder del nivel superior de la cota del pavimento adyacente, más allá de un rango de tolerancia que se fija de acuerdo al tipo de calzada.

- Demarcación: Se realiza el proceso de demarcación con pintura termoplástica, para luego desmontar los cierres que se realizaron en la calzada y dar a tránsito el nuevo pavimento

3.6. Métodos de reparación para fallas en pavimentos de hormigón

3.6.1. Proceso constructivo

- Procedimiento de seguridad: Colocación de señáleticas para cortes de tránsito necesarios para facilitar el trabajo en la reconstrucción del pavimento, además de brindar la seguridad para peatones y usuarios que circulen por el lugar.
- Juntas saltadas: Inicialmente se procede a la remoción y extracción de los materiales inadecuados o sueltos que haya en las grietas. Esto se ejecuta con herramientas manuales apropiadas para no dañar el resto del pavimento. El polvo y material suelto que quede, se elimina mediante un barrido y/o un soplado con aire comprimido, hasta dejar las paredes totalmente limpias y firmes en toda su profundidad. Posteriormente se realiza el relleno de la cavidad, se recomienda no exceder del nivel superior de la cota del pavimento adyacente, más allá de un rango de tolerancia que se fija de acuerdo al tipo de calzada.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS

4.1. Resultados Obra Circunvalación Norte

4.1.1. Tipos de Fallas presentes

1. Falla por fatiga o bloque
2. Falla longitudinal
3. Falla Transversal
4. Falla por desgaste
5. Falla por combustión
6. Conjunto de fallas
7. Valla peatonal

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
1	Por fatiga	Medio	Presenta grietas conectadas entre sí, sin embargo no existe presencia de fino en la superficie.	
2	Por fatiga	Alto	Presenta grietas que están desprendidas del paquete estructural, además de existencia de finos en la superficie	
3	Por Bloques	Bajo	Existen fisuras de un ancho menor a 3 milímetros.	

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
4	Longitudinal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	
5	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	
6	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	
7	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
8	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	
9	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	
10	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	
11	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
12	Transversal	Alto	Existe una grieta que supera los 20 milímetros.	
13	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	
14	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	
15	Transversal	Medio	El ancho de la grieta es superior a 3 milímetros e inferior a 20 milímetros	

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
16	Desgaste	Único nivel	Pérdida de la superficie de la capa de rodadura, dejando expuesto los aridos de mayor tamaño.	
17	Deterioro por combustión	Único nivel	Pérdida de asfalto por combustión generada en la superficie.	
18	Deterioro por combustión	Único nivel	Pérdida de asfalto por combustión generada en la superficie.	
19	Deterioro por combustión	Único nivel	Pérdida de asfalto por combustión generada en la superficie.	

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
20	Deterioro por combustión	Único nivel	Pérdida de asfalto por combustión generada en la superficie.	
21	Deterioro por combustión	Único nivel	Pérdida de asfalto por combustión generada en la superficie.	
22	Deterioro por combustión	Único nivel	Pérdida de asfalto por combustión generada en la superficie.	
23	Deterioro por combustión	Único nivel	Pérdida de asfalto por combustión generada en la superficie.	

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
24	Conjunto de fallas TRAMO 1 (14 mts.)	Nivel medio	Presencia de fallas de fatiga y por combustión dentro de un tramo determinado.	
25	Conjunto de fallas TRAMO 2 (20 mts.)	Nivel medio	Presencia de fallas de fatigas, transversales y por combustión dentro de un tramo determinado.	
26	Conjunto de fallas TRAMO 3 (6 mts.)	Nivel alto	Presencia de falla de fatiga y transversal dentro de un tramo determinado.	
27	Conjunto de fallas TRAMO 4 (8 mts.)	Nivel alto	Presencia de bache y falla transversal dentro de un tramo determinado.	
28	Conjunto de fallas TRAMO 5 (9 mts.)	Nivel alto	Bache reparado con presencia de asentamiento, además de existencia de grietas en su alrededor.	

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
29	Conjunto de fallas TRAMO 6 (8 mts.)	Nivel medio	Presencia de falla de bloque y fallas transversales dentro de un tramo determinado.	
30	Valla peatonal	Único nivel	Inexistencia de valla peatonal en tramo determinado.	
31	Valla peatonal	Único nivel	Inexistencia de valla peatonal en tramo determinado.	
32	Valla peatonal	Único nivel	Inexistencia de valla peatonal en tramo determinado.	
33	Valla peatonal	Único nivel	Inexistencia de valla peatonal en tramo determinado.	
34	Valla peatonal	Único nivel	Inexistencia de valla peatonal en tramo determinado.	

4.1.2. Cuantificación de fallas

4.1.2.1. Falla por fatiga o bloque

Falla 1: Nivel de deterioro **medio**

Falla 2: Nivel de deterioro **alto**

Falla 3: Nivel de deterioro **bajo**

Reparación nivel bajo: Colocación de sello o lechada asfáltica en zonas afectadas

Reparación nivel medio: Colocación de sello o lechada asfáltica en zonas afectadas

Reparación nivel alto: Extraer las capas de pavimento hasta llegar a las capas granulares y colocar nuevas capas asfálticas.

Nº de falla	Nivel de deterioro	Lado	Unidad	Cantidad
1	Medio	Derecho	M2	26
2	Alto	Derecho	M2	44
3	Bajo	Derecho	M2	15

4.1.2.2. Falla longitudinal

Falla 4: Nivel de deterioro **medio**

Reparación nivel medio: Colocación de sello asfáltico sobre las grietas.

Nº de falla	Nivel de deterioro	Lado	Unidad	Cantidad
4	Medio	Centro	ML	16

4.1.2.3. Falla Transversal

Falla 5: Nivel de deterioro **medio**

Falla 6: Nivel de deterioro **medio**

Falla 7: Nivel de deterioro **medio**

Falla 8: Nivel de deterioro **medio**

Falla 9: Nivel de deterioro **medio**

Falla 10: Nivel de deterioro **medio**

Falla 11: Nivel de deterioro **medio**

Falla 12: Nivel de deterioro **alto**

Falla 13: Nivel de deterioro **medio**

Falla 14: Nivel de deterioro **medio**

Falla 15: Nivel de deterioro **medio**

Reparación nivel medio: Colocación de sello asfáltico sobre la grieta

Reparación nivel alto: Rehacer la carpeta asfáltica, considerando un sello asfáltico.

Nº de falla	Nivel de deterioro	Lado	Unidad	Cantidad
5	Medio	Izquierdo	ML	3
6	Medio	Derecho	ML	2
7	Medio	Ambos	ML	6
8	Medio	Izquierdo	ML	1,5
9	Medio	Ambos	ML	6
10	Medio	Ambos	ML	15,5
11	Medio	Izquierdo	ML	4
12	Alto	Ambos	ML	5
13	Medio	Ambos	ML	8,5
14	Medio	Ambos	ML	10,5
15	Medio	Ambos	ML	8

4.1.2.4. Falla por desgaste

Falla 16: Nivel de deterioro **único**

Reparación: Recubrir la superficie con una carpeta de rodadura menor a 50 milímetros de espesor, considerando los áridos adecuados.

Nº de falla	Nivel de deterioro	Lado	Unidad	Cantidad
16	Único	Derecho	M2	20

4.1.2.5. Falla por combustión

Falla 17: Nivel de deterioro **único**

Falla 18: Nivel de deterioro **único**

Falla 19: Nivel de deterioro **único**

Falla 20: Nivel de deterioro **único**

Falla 21: Nivel de deterioro **único**

Falla 22: Nivel de deterioro **único**

Falla 23: Nivel de deterioro **único**

Reparación: Recubrir la superficie con una carpeta de rodadura menor a 50 milímetros de espesor, considerando los áridos adecuados.

N° de falla	Nivel de deterioro	Lado	Unidad	Cantidad
17	Único	Derecho	M2	15
18	Único	Ambos	M2	40
19	Único	Ambos	M2	12
20	Único	Ambos	M2	60
21	Único	Ambos	M2	16
22	Único	Ambos	M2	21
23	Único	Izquierdo	M2	12

4.1.2.6. Conjunto de fallas

Falla 24: TRAMO 1, nivel de deterioro **medio**

Falla 25: TRAMO 2, nivel de deterioro **medio**

Falla 26: TRAMO 3, nivel de deterioro **alto**

Falla 27: TRAMO 4, nivel de deterioro **alto**

Falla 28: TRAMO 5, nivel de deterioro **alto**

Falla 29: TRAMO 6, nivel de deterioro **medio**

Reparación nivel medio: Realización de frezado de la superficie total que esten presente las fallas y reemplazarla por otra que tenga la capacidad de soporte adecuada para la carga solicitante.

Reparación nivel alto: Realización de frezado, y extracción de capas granulares, considerando previamente una buena compactación y tratamiento superficial.

N° de falla	Nivel de deterioro	Lado	Unidad	Cantidad
24	Medio	Ambos	M2	112
25	Medio	Ambos	M2	160
26	Alto	Derecho	M2	24
27	Alto	Derecho	M2	64
28	Alto	Izquierdo	M2	72
29	Medio	Derecho	M2	64

4.1.2.7. Valla peatonal

Falla 30: Nivel de deterioro **único**

Falla 31: Nivel de deterioro **único**

Falla 32: Nivel de deterioro **único**

Falla 33: Nivel de deterioro **único**

Falla 34: Nivel de deterioro **único**

Reparación: Reposición de valla peatonal.

N° de falla	Nivel de deterioro	Lado	Unidad	Cantidad
30	Único	Derecho	ML	16
31	Único	Derecho	ML	12
32	Único	Derecho	ML	10
33	Único	Derecho	ML	10
34	Único	Derecho	ML	14

4.1.3. Costos directos asociados.

Se debe tener en cuenta los siguientes puntos para el análisis de precios unitarios:

- Las leyes sociales se tomaran con un 50%, presentandose el detalle en la siguiente tabla.

Ítem	Porcentaje (%)
Movilización	2
Alimentación	1
Salud	7
Imposiciones	11
Seguridad	3
Indemnización	9
Vacaciones	5
Gratificaciones	12
Total leyes sociales	50

- Los precios de los materiales indicados se presentaran **SIN IVA incluido**.
- El porcentaje de perdidas será de un 3% para esta obra de conservación.

4.1.3.1. Costo directo para remoción de pavimento asfaltico (m2)

Extracción de pavimento asfaltico	m2
Falla nº 2	44
Falla nº 24	112
Falla nº 25	160
Falla nº 26	24
Falla nº 27	64
Falla nº 28	72
Falla nº 29	64

Total	540
--------------	------------

ITEM: A1	DESIGNACIÓN:	REMOCIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO
	UNIDAD:	m2

Cantidad Total	540,00
----------------	--------

COSTO UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Transporte a Escombros	Camión Tolva 12m3	1	50,0	35.538	711,00
Demolición	Retroexcavadora con Accesorio Demolición	1	50,0	25.385	508,00
Carguío	Retroexcavadora	1	120,0	21.577	180,00
	Cortadora de Pavimento	1	120,0	4.760	40,00

SUB-TOTAL
\$ 1.439,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Disco corte Pavimento 4"	Un	0,002	437.250,00		875
Punta Martillo Demoledor	Nº	0,040	32.588,00		1.304

SUB-TOTAL
\$ 2.179,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Supervisión y Carguío	Capataz	1	180,00	69.808	388,00
	Jornalero	2	180,00	42.300	470,00

SUB-TOTAL
\$ 858,00

COSTO DIRECTO \$ 4.476,00

4.1.3.2. Costo directo para Remoción de capas granulares.

Extracción de capas granulares	m2	m3
Falla nº 26	24	7,2
Falla nº 27	64	19,2
Falla nº 28	72	21,6

Total	160	48
--------------	-----	----

ITEM: A2	DESIGNACIÓN:	REMOCIÓN DE CAPAS GRANULARES
	UNIDAD:	m3

Cantidad Total	48,00
----------------	-------

COSTO UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Excavación	Retroexcavadora	1	20	25.385	1.269,00
	Camión Tolva 10 m3	1	30	28.558	952,00

2.221,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Materiales de seguridad varios	GI	1,0	365,00	10,00	375,00

SUB-TOTAL \$ 375,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Supervisión	Capataz	1	160	69.808	436,00
Apoyo	Jornalero	2	160	42.300	529,00

SUB-TOTAL \$ 965,00

COSTO DIRECTO \$	3.561,00
-------------------------	-----------------

4.1.3.3. Costo directo para Preparación de subrasante

Preparación de Subrasante		m2
Falla nº 26		24
Falla nº 27		64
Falla nº 28		72

Total	160
--------------	-----

ITEM: B1	DESIGNACIÓN:	PREPARACION DE LA SUBRASANTE
	UNIDAD:	m2

Cantidad Total	160,00
----------------	--------

COSTO UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Perfiladura	Retroexcavadora	1	40	21.577	539,00
Riego	Camión Aljibe	1	200	20.625	103,00
Compactación	Placa compactadora	1	40	13.420	336,00

SUB-TOTAL \$ 978,00

II.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Supervisión	Capataz	1	500	69.808	140,00
Apoyo	Jornalero	2	500	42.300	169,00

SUB-TOTAL \$ 309,00

COSTO DIRECTO \$	1.287,00
-------------------------	-----------------

4.1.3.4. Costo directo para colocación de sub base

Colocación de Sub base	m2	m3
Falla nº 26	24	3,6
Falla nº 27	64	9,6
Falla nº 28	72	10,8
Total	160	24

ITEM: C1	DESIGNACIÓN: SUBBASE GRANULAR, CBR ≥ 40%
	UNIDAD: m3

Cantidad	
Total	24,00

COSTO
UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Tendido	Retroexcavadora	1	15	21.577	1.438,00
Riego	Camión Aljibe	1	30	20.625	688,00
Compactación	Placa compactadora	1	10	13.420	1.342,00
Transporte	Camión Tolva 12 m3.	1	30	35.538	1.185,00

SUB-TOTAL
\$ 4.653,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Material para Subbase TM 2 " CBR ≥ 40%	m3	1,30	10.700,00		13.910,00

SUB-TOTAL
\$ 13.910,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento por día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Supervisión	Capataz	1	140	69.808	499,00
Apoyo	Jornalero	3	140	42.300	906,00

SUB-TOTAL
\$ 1.405,00

COSTO DIRECTO \$ 19.968,00

4.1.3.5. Costo directo para colocación de base

Colocación de Base	m2	m3
Falla nº 26	24	3,6
Falla nº 27	64	9,6
Falla nº 28	72	10,8

Total	160	24
--------------	-----	----

ITEM: C2	DESIGNACIÓN:	BASE GRANULAR, CBR ≥ 80%
	UNIDAD:	m3

Cantidad	
Total	24,00

COSTO UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Tendido	Retroexcavadora	1	15	21.577	1.438,00
Riego	Camión Aljibe	1	30	20.625	688,00
Compactación	Placa compactadora	1	10	13.420	1.342,00
Transporte	Camión Tolva 12 m3.	1	30	35.538	1.185,00

SUB-TOTAL
\$ 4.653,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Material para Base TM 1 1/2 " CBR≥ 80%	m3	1,30	14.800,00		19.240,00

SUB-TOTAL
\$ 19.240,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimient o día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Supervisión	Capataz	1	140	69.808	499,00
Apoyo	Jornalero	3	140	42.300	906,00

SUB-TOTAL
\$ 1.405,00

COSTO DIRECTO \$ 25.298,00

4.1.3.6. Costo directo para Imprimación

Imprimación		m2
Falla nº 2		44
Falla nº 24		112
Falla nº 25		160
Falla nº 26		24
Falla nº 27		64
Falla nº 28		72
Falla nº 29		64

Total 540

ITEM: D1	DESIGNACIÓN: IMPRIMACIÓN
UNIDAD: m2	

Cantidad Total 540,00

COSTO UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento	Costo	TOTAL \$
-------	--------------------	----	-------------	-------	----------

			por hora	por hora	
Riego	Camión Regador Asfalto	1	300	47.596	159,00

SUB-TOTAL \$ 159,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Imprimación	Emulsión Imprimante	1,10	413		454,00

SUB-TOTAL \$ 454,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Limpieza y Colocación	Capataz	1	800	69.808	87,00
	Jornalero	2	800	42.300	106,00

SUB-TOTAL \$ 193,00

COSTO DIRECTO \$ 806,00

4.1.3.7. Costo directo para Riego de Liga

Riego de Liga		m2
Falla nº 2		44
Falla nº 24		112
Falla nº 25		160
Falla nº 26		24
Falla nº 27		64
Falla nº 28		72
Falla nº 29		64
Total		540

ITEM: D2	DESIGNACIÓN:	RIEGO DE LIGA
	UNIDAD:	m2

Cantidad Total 540,00

COSTO UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Riego	Camión regador asfalto	1	400	47.596	119,00

SUB-TOTAL
\$ 119,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Emulsion Asfáltica CSS-1	Kg	0,385	1.031,0	12	402,00

SUB-TOTAL
\$ 402,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento	Jornal + Leyes	TOTAL \$
Limpieza y Colocación	Capataz	1	800	69.808	87,00
	Jornalero	2	800	42.300	106,00

SUB-TOTAL
\$ 193,00

COSTO DIRECTO \$ 714,00

4.1.3.8. Costo directo para Concreto asfáltico capa intermedia

Colocación de concreto asfáltico intermedio	m3
Falla nº 2	3,08
Falla nº 24	7,84
Falla nº 25	11,2
Falla nº 26	1,68
Falla nº 27	4,48
Falla nº 28	5,04
Falla nº 29	4,48
Total	37,8

ITEM: E1	DESIGNACIÓN:	CONCRETO ASFÁLTICO CAPA INTERMEDIA
	UNIDAD:	m3

Cantidad	
Total	37,80

COSTO
UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Transporte Mezcla Asfalto	Camión Tolva 12 m3.	1	12,00	35.538	2.962,00
Confección	Rodillo Liso Asfalto	1	12,00	5.275	440,00
	Rodillo neumático	1	12,00	31.731	2.644,00
	Equipo Menor de Asfalto	1	1,00	1.190	1.190,00
	Cortadora Pavimento	1	12,00	1.190	99,00

7.335,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Mezcla Asfáltica Capa Intermedia (Binder)	M3	1,30	90.750,00		117.975,00
Disco corte Pavimento 14"	Nº	0,010	2.475,00		25,00

SUB-TOTAL
\$ 118.000,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCION	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Colocación	Capataz	1	65	69.808	1.074,00
	Ayudante	1	65	49.500	762,00
	Jornalero	5	65	42.300	3.254,00

SUB-TOTAL
\$ 5.090,00

COSTO DIRECTO \$ 130.425,00

4.1.3.9. Costo directo para Concreto asfáltico de capa de rodadura

Colocación de concreto asfáltico de rodadura		m3
Falla nº 2		3,08
Falla nº 24		7,84
Falla nº 25		11,2
Falla nº 26		1,68
Falla nº 27		4,48
Falla nº 28		5,04
Falla nº 29		4,48

Total	37,8
--------------	-------------

ITEM: E2	DESIGNACIÓN: CONCRETO ASFÁLTICO DE RODADURA
	UNIDAD: m3

Cantidad Total	37,80
----------------	-------

COSTO UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento	Costo	TOTAL \$
			por hora	por hora	
Transporte Mezcla Asfalto	Camión Tolva 12 m3.	1	10,00	35.538	3.554,00
Confección	Rodillo Liso Asfalto	1	10,00	5.275	528,00
	Rodillo neumático	1	10,00	31.731	3.173,00
	Equipo Menor de Asfalto	1	1,00	1.190	1.190,00
	Cortadora Pavimento	1	10,00	1.190	119,00

8.564,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Mezcla Asfáltica de Rodadura	M3	1,30	103.125,00		134.063,00
Disco corte Pavimento 14"	Nº	0,010	2.475,00		25,00

SUB-
TOTAL \$ 134.088,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes	TOTAL \$
				Total \$ / día	
Colocación	Capataz	1	60	69.808	1.163,00
	Ayudante	1	60	49.500	825,00
	Jornalero	5	60	42.300	3.525,00

SUB-
TOTAL \$ 5.513,00

COSTO DIRECTO \$	148.165,00
-------------------------	-------------------

4.1.3.10. Costo directo para Sello superficial con mezcla asfáltica

Colocación de sello asfáltico	m2
Falla nº 1	26
Falla nº 3	15
Falla nº 16	20
Falla nº 17	15
Falla nº 18	40
Falla nº 19	12
Falla nº 20	60
Falla nº 21	16
Falla nº 22	21
Falla nº 23	12

Total	237
--------------	------------

ITEM: E3	DESIGNACIÓN:	SELLO SUPERFICIAL MANUAL CON MEZCLA EN CALIENTE
	UNIDAD:	m2

Cantidad	
Total	237,00

COSTO
UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Transporte Mezcla Asfalto	Camión Tolva 12 m3.	1	10,00	35.538	3.554,00
Confección	Rodillo Liso Asfalto	1	10,00	5.275	528,00
	Rodillo neumático	1	10,00	31.731	3.173,00
	Equipo Menor de Asfalto	1	1,00	1.190	1.190,00
	Cortadora Pavimento	1	10,00	1.190	119,00

8.564,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Cantidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Viaprime	kg	1,20	300,00		360,00
Mezcla asfáltica de rodadura	ton	0,153	34.795,00		5.324,00

SUB-TOTAL

\$ 5.684,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Colocación	Capataz	1	60	69.808	1.163,00
	Jornalero	3	60	42.300	2.115,00

SUB-TOTAL

\$ 3.278,00

COSTO DIRECTO \$ 17.526,00

4.1.3.11. Costo directo para Sellado de grietas

Colocación de sello asfaltico en grieta	mL
Falla nº 4	16
Falla nº 5	3
Falla nº 6	2
Falla nº 7	6
Falla nº 8	1,5
Falla nº 9	6
Falla nº 10	15,5
Falla nº 11	4
Falla nº 12	5
Falla nº 13	8,5
Falla nº 14	10,5
Falla nº 15	8
Total	86

ITEM: E4	DESIGNACIÓN: SELLADO DE GRIETAS
UNIDAD: km	

Cantidad	
Total	0,086

COSTO
UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por día	Costo por día	TOTAL \$
Transporte Mezcla Asfalto	Camión de sello Equipo Menor de Asfalto	1	0,02	107.500	5.375.000,00
Confeción	Cortadora Pavimento	1	0,02	3.689	184.450,00
					<u>5.823.200,00</u>

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Sello completo	gl	1,00	1.200.000,00		1.200.000,00
Materiales Menores	gl	1,016	3.500,00		3.556,00
SUB-TOTAL					<u>\$ 1.203.556,00</u>

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ /día	TOTAL \$
Colocación	Capataz	1	0,043	69.808	1.623.442,00
	Jornalero	2	0,043	42.300	1.967.442,00

SUB-TOTAL
\$ 3.590.884,00

COSTO DIRECTO \$ 10.617.640,00

4.1.3.12. Costo directo para valla peatonal

Reposición de valla peatonal	mL
Falla nº 30	16
Falla nº 31	12
Falla nº 32	10
Falla nº 33	10
Falla nº 34	14
Total	62

ITEM: F1	DESIGNACIÓN:	VALLAS PEATONALES
	UNIDAD:	mL

Cantidad	
Total	62,00

COSTO
UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Transporte de Materiales	Camión Plano 6 m3.	1	10	17.135	1.714,00
Revestimiento Pintura	Compresor con pistola	1	3	12.692	4.231,00
Confeción Valla	Soldadora	1	3	5.394	1.798,00
	Esmeril Angular	1	3	635	212,00
	Generador	1	3	5.553	1.851,00

SUB-TOTAL \$ 9.806,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Acero en Perfiles	Kg	22,00	2.475,00	100,00	56.650,00
Hormigón H-20	M3	0,07	115.500,00	100,00	8.092,00
Soldadura	Kg	1,00	4.043,00	200,00	4.243,00
Galvanizado en caliente	/Kg	22,00	1.031,00	375,00	30.932,00
Galvanizado en Frio	/Kg	0,20	4.125,00	186,00	862,00
Disco de Corte y Desbaste	Gl	1,00	1.238,00		1.238,00

SUB-TOTAL \$ 102.017,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Colocación	Maestro Primera	1	20	44.423	2.221,00
	Maestro Soldador	1	20	47.596	2.380,00
	Ayudante	2	20	42.300	4.230,00

SUB-TOTAL \$ 8.831,00

COSTO DIRECTO \$ 120.654,00

4.1.3.13. Costo directo para demarcación

Demarcación	mL
Falla nº 2	11
Falla nº 24	28
Falla nº 25	40
Falla nº 26	4
Falla nº 27	16
Falla nº 28	18
Falla nº 29	16
Total	133

ITEM: F2	DESIGNACIÓN:	DEMARCACION DEL PAVIMENTO TERMOPLÁSTICA
	UNIDAD:	Km

Cantidad Total	0,133
-------------------	-------

**COSTO
UNITARIO**
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimient o por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Demarcación de Pavimento	Máquina De Demarcación Pav.	1	0,25	26.694,30	106.777,00
	Camioneta	1	0,25	14.173,58	56.694,00
	Camión 3/4	1	0,25	19.390,55	77.562,00

SUB-TOTAL
\$ 241.033,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Pintura Termoplástica Pavimento con Microesferas	Tin	8,00	103.125,00	60,00	825.480,00

SUB-TOTAL
\$ 825.480,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimient o día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Demarcación de Pavimento	Capataz	1	0,50	69.808,00	139.616,00
	Chofer	1	0,25	35.538,00	142.152,00
	Jornalero	1	0,25	42.300,00	169.200,00

SUB-TOTAL \$ 450.968,00

COSTO DIRECTO \$ 1.517.481,00

4.2. Resultados Obra Alameda, 2 Norte

4.2.1. Tipos de fallas presentes

1. Falla por desgaste
2. Falla de junta saltada
3. Reposición valla peatonal

Número de Falla	Tipo de Falla	Nivel de deterioro	Descripción	Imagen
1	Desgaste	Único nivel	Superficie rugosa con áridos expuestos.	
2	Desgaste	Único nivel	Superficie rugosa con áridos expuestos.	
3	Junta saltada	Medio	Desintegración de arista de la junta, con pérdida de trozo de losa.	

4	Valla peatonal	Único nivel	Inexistencia de valla peatonal en tramo determinado.	
5	Valla peatonal	Único nivel	Inexistencia de valla peatonal en tramo determinado.	

4.2.2. Cuantificación de fallas

4.2.2.1. Falla por desgaste

Falla 1: Nivel de deterioro **único**

Falla 2: Nivel de deterioro **único**

Reparación: Recubrir la superficie con una lechada.

N° de falla	Nivel de deterioro	Unidad	Cantidad
1	Único	M2	16
2	Único	M2	12

4.2.2.2. Falla de junta saltada

Falla 3: Nivel de deterioro **medio**

Reparación nivel medio: Reparación de espesor parcial, resellado de la junta, reparación áreas saltadas.

N° de falla	Nivel de deterioro	Unidad	Cantidad
3	Medio	ML	3

4.2.2.3. Valla peatonal

Falla 4: Nivel de deterioro **único**

Falla 5: Nivel de deterioro **único**

Reparacion nivel medio: Reposición de valla peatonal.

Nº de falla	Nivel de deterioro	Unidad	Cantidad
4	Único	ML	10
5	Único	ML	12

4.2.3. Costos directos asociados.

Se debe tener en cuenta los siguientes puntos para el analisis de precios unitarios:

- Las leyes sociales se tomara con un 50%, presentandose el detalle en la siguiente tabla.

Ítem	Porcentaje (%)
Movilización	2
Alimentación	1
Salud	7
Imposiciones	11
Seguridad	3
Indemnización	9
Vacaciones	5
Gratificaciones	12
Total leyes sociales	50

- Los precios de los materiales indicados se presentaran **SIN IVA incluido**.
- El porcentaje de perdidas será de un 3% para esta obra de conservación.
- Particularmente la falla por desgaste no se tomara en cuenta para los costos de reparaciones, ya que los metros cuadrados presentados con esta anomalía son mínimos.

4.2.3.1. Costo directo para reparación de juntas saltadas

Junta Saltada	mL
Falla nº 1	3
Total	3

ITEM: A1	DESIGNACIÓN: JUNTAS SALTADAS
	UNIDAD: km

Cantidad	
Total	0,003

COSTO
UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por día	Costo por día	TOTAL \$
Transporte Mezcla Asfalto	Camión de sello	1	0,02	107.500	5.375.000,00
Confección	Equipo Menor de Asfalto	1	0,02	5.275	263.750,00
	Cortadora Pavimento	1	0,02	3.689	184.450,00
					<u>5.823.200,00</u>

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Sello completo	gl	1,00	1.200.000,0 0		1.200.000,00
Materiales Menores	gl	1,016	3.500,00		3.556,00
SUB-TOTAL					<u>\$ 1.203.556,00</u>

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCION	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Colocación	Capataz	1	0,043	69.808	1.623.442,00
	Jornalero	2	0,043	42.300	1.967.442,00
SUB-TOTAL \$					<u>3.590.884,00</u>

COSTO DIRECTO \$ 10.617.640,00

4.2.3.2. Costo directo para vallas peatonales

Reposición de valla peatonal	mL
Falla nº 2	10
Falla nº 3	12
Total	22

ITEM: B1	DESIGNACIÓN:	VALLAS PEATONALES
	UNIDAD:	mL

Cantidad Total 22,00

COSTO UNITARIO
\$

I.- MAQUINARIAS

FAENA	TIPO DE MAQUINARIA	Nº	Rendimiento por hora	Costo por hora	TOTAL \$
Transporte de Materiales	Camión Plano 6 m3.	1	10	17.135	1.714,00
Revestimiento Pintura	Compresor con pistola	1	3	12.692	4.231,00
Confección Valla	Soldadora	1	3	5.394	1.798,00
	Esmeril Angular	1	3	635	212,00
	Generador	1	3	5.553	1.851,00

SUB-TOTAL
\$ 9.806,00

II.- MATERIALES POR UNIDAD DE OBRA

MATERIAL	Unidad	Dosif. + pérd. por unidad	Valor Unit. Adquisición	Costo flete a faena / un.	TOTAL \$
Acero en Perfiles	Kg	22,00	2.475,00	100,00	56.650,00
Hormigón H-20	M3	0,07	115.500,00	100,00	8.092,00
Soldadura	Kg	1,00	4.043,00	200,00	4.243,00
Galvanizado en caliente	/Kg	22,00	1.031,00	375,00	30.932,00
Galvanizado en Frio	/Kg	0,20	4.125,00	186,00	862,00
Disco de Corte y Desbaste	Gl	1,00	1.238,00		1.238,00

SUB-TOTAL
\$ 102.017,00

III.- MANO DE OBRA

FAENA	CARGO O FUNCIÓN	Nº	Rendimiento día	Jornal + Leyes Total \$ / día	TOTAL \$
Colocación	Maestro Primera	1	20	44.423	2.221,00
	Maestro Soldador	1	20	47.596	2.380,00
	Ayudante	2	20	42.300	4.230,00

SUB-TOTAL
\$ 8.831,00

COSTO DIRECTO \$ 120.654,00

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Si bien ambas obras se encuentran en buenas condiciones para su operación, sin embargo, existe una que tiene mayor deterioro a medida que ha pasado el tiempo. El asfalto se ha visto expuesto a diversas anomalías las cuales están presente de forma evidente.

Por medio de catastros en terreno se registraron las anomalías presentes en ambas obras por los tipos de falla que presentaban, para su posterior medición para segmentarlas según su nivel de severidad. Esto con el fin de separar en grupos las reparaciones necesarias para abordarlas.

Posteriormente con un respaldo visual mas la medición realizada se tabularon para que la cuantificación sea por tipo falla y conservación necesaria.

Teniendo la tabulación de fallas de ambas obras es claro que la obra de la Circunvalación Norte de la ciudad de Talca ha presentado mayor deterioro a lo largo del tiempo. Es un hecho además que anteriormente esta obra te pavimentación ya ha estado expuesta a contratos de conservación de baches.

Por otra parte, el tipo de flujo vehicular es distinto en ambas obras ya que su función no es la misma según su tipo de conexión dentro de la ciudad. La Circunvalación Norte por su parte es solo una calzada con dos pistas con sentido para ambos lados, mientras que la obra de Alameda – 2 Norte son dos calzadas con dos pistas cada una separada por un bandejón central, además de tener un número importante de intersecciones por calles presentes dentro de la ciudad con presencia de semáforos. Igualmente cabe mencionar que una de estas intersecciones es el acceso principal de la ciudad de Talca, por el cual ingresa una gran cantidad de buses y camiones de alto tonelaje. Esto ya es un indicio que ambas obras están expuestas a un nivel de desgaste distinto.

Individualmente el pavimento de hormigón no ha presentado deterioros en su superficie, teniendo un buen desempeño a lo largo de su vida útil. Por otra parte se debe tener en cuenta para el análisis que ambas obras fueron realizadas por la misma empresa, por lo que las empresas constructoras no influirían mientras estén bien ejecutadas en la vida útil de una obra de pavimentación, si no, su materialidad.

Un punto importante que se analizó fue el de las juntas de dilatación presentes a lo largo de toda a obra. Estas estaban en muy buen estado en casi su totalidad, sin embargo, en las intersecciones

había inexistencia de estas juntas, particularmente en las zonas que pasan los neumáticos. La fricción que se produce por el alto tonelaje del tránsito provoca el desprendimiento de estas.

Igualmente se tuvo en cuenta que el desprendimiento no era en su totalidad, por lo que su funcionalidad no se veía 100% interrumpida.

Las reparaciones definidas, además de los procesos constructivos son en base al Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Es importante dar énfasis que la decisión de como se abordó la elección de cada reparación fue en base a la ubicación de cada falla presente por lo que en más de algún ítem no será necesaria maquinaria y equipos de mayor rendimiento.

Posteriormente se presenta la tabla de costos directos asociada a la obra de conservación actual de la Circunvalación Norte con los ítems necesarios para suplir todas las anomalías presentes en esta.

Ítem	Designación	Unidad	Cantidad contrato	Costo Unitario	Total
A1	Remoción de pavimento asfáltico	m2	540,000	\$4.476	\$2.417.040
A2	Remoción capas granulares	m3	48,000	\$3.561	\$170.928
B1	Preparación de la subrasante	m2	160,000	\$1.287	\$205.920
C1	Sub base Granular, CBR \geq 40%	m3	24,000	\$19.968	\$479.232
C2	Base Granular, CBR \geq 80%	m3	24,000	\$25.298	\$607.152
D1	Imprimación	m2	540,000	\$806	\$435.240
D2	Riego de Liga	m2	540,000	\$714	\$385.560
E1	Concreto Asfáltico capa Intermedia	m3	37,800	\$130.425	\$4.930.065
E2	Concreto Asfáltico de Rodadura	m3	37,800	\$148.165	\$5.600.637
E3	Sello superficial con mezcla asfáltica	m2	237,000	\$17.526	\$4.153.662
E4	Sello asfáltico en Grietas	km	0,086	\$10.617.640	\$913.117
F1	Vallas Peatonales	mL	62,000	\$120.654	\$7.480.548
F2	Demarcación del pavimento	km	0,133	\$1.517.481	\$201.825

Total Costo Directo	\$27.980.926
----------------------------	---------------------

Los precios mostrados están expuestos en base a obras ya ejecutadas en Chile y particularmente en la región del Maule.

A continuación, se presenta la tabla de costos directos asociada a la obra de conservación actual de la Alameda – 2 Norte con los ítems necesarios para suplir todas las anomalías presentes en esta.

Ítem	Designación	Unidad	Cantidad contrato	Costo Unitario	Total
A1	Junta Saltada	km	0,003	\$10.617.640	\$31.853
B1	Vallas Peatonales	mL	22,000	\$120.654	\$2.654.388

Total Costo Directo	\$2.686.241
----------------------------	--------------------

Es notoria la diferencia de precios que existe entre una obra de conservación de pavimento asfáltico con respecto a un pavimento de hormigón. Sin embargo, no es abundante la diferencia del comportamiento que cada una ejerce hacia el usuario, teniendo una buena serviciabilidad en ambos casos.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

Inicialmente en la hipótesis se mencionó que el pavimento asfáltico necesita mantenciones más periódicas para mantener un buen comportamiento al servicio con respecto al pavimento de hormigón, y este caso es un claro ejemplo que es necesario que una obra en base a asfalto necesita un constante control y monitoreo para conservarlo en el tiempo.

Si bien en términos generales en Chile el metro lineal de una obra de pavimento en base a hormigón es más costosa que una obra de asfalto, entonces es razonable que sea menos costosa su conservación ya que presenta menos deterioros. Cabe mencionar que para esta comparación se tiene en cuenta una buena ejecución en los procesos constructivos, con respecto a densidades y espesores presentes en el paquete estructural de cada una.

La gran diferencia de precios entre una obra de conservación y la otra, justifica que es más viable llevar al proceso de ejecución la obra de pavimento asfáltico, debido a que existe un mayor número de fallas las cuales pueden ir aumentando en cantidad y la envergadura de cada una.

Esta conservación permitiría aumentar la vida útil del pavimento, además de darle más seguridad y confort al usuario.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Mexicana del Asfalto. (n.d.). *LOS DATOS HISTÓRICOS MÁS RELEVANTES DEL PAVIMENTO*.
- DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN Y EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS. (1990). *IDENTIFICACIÓN DE FALLAS EN PAVIMENTOS Y TÉCNICAS DE REPARACIÓN*.
- Fontalba Gallardo, E. W. (2015). *DISEÑO DE UN PAVIMENTO ALTERNATIVO PARA LA AVENIDA CIRCUNVALACION SECTOR GUACAMAYO 1ª ETAPA*. Universidad Austral de Chile.
- MINVU Gobierno de Chile. (2008). *Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación*.
- González Morgado, D. E. (2018). *METODOLOGÍAS DE REPARACIÓN PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES DE MEDIANO Y BAJO TRÁNSITO*.
- Labrador, F. R., Técnico, I., & Públicas, O. (n.d.). *CARRETERAS A R T Í C U L O S*.
- Melendez Calvo, L. E. (2015). *PAVIMENTOS*.
- Ministerio de Obras Públicas. (2000). *MANUAL DE CARRETERA* (Vol. 7).
- Navarro, F. (2004). LA ENCICLOPEDIA SALVAT. In *SALVAT EDITORES* (Vol. 8, pp. 5911–5913).
- Rama Labrador, F. (2003). Historia de los pavimentos urbanos. In *Articulos, Carreteras* (pp. 38–40).