



Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Construcción

Anteproyecto conservación diferida de pavimento en la ciudad de La Calera

Por

Juan Pablo Aranda Leiva

Proyecto para optar al
Grado de Licenciado en Ciencias de la Construcción y al
Título de Ingeniero en Construcción.

Prof. guía: Gustavo Pacheco Hernández

Junio, 2023

Índice general

Contenido	pág.
Índice de tablas.....	4
Índice de ilustraciones	4
Lista de abreviaturas.....	5
Glosario	6
Capítulo 1: Introducción	7
1.1. Identificación del problema	9
1.2. Propuesta de anteproyecto.....	10
1.3. Objetivos.....	10
1.3.1. Objetivo general	10
1.3.2. Objetivos específicos.....	10
1.4. Estado del arte.....	11
1.4.1. Antecedentes de la red vial en Chile.....	11
1.4.2. Red vial de la región de Valparaíso	12
1.4.2.1. Estado de la Red Vial Pavimentada evaluada.....	14
1.4.2.2. Tipo de acción de conservación recomendada.....	15
1.4.3. Antecedentes de la ciudad de La Calera	15
1.4.3.1. Demografía y proyección	15
1.4.3.2. Clima de la ciudad.....	16
1.4.3.3. Geografía.....	17
1.5. Marco teórico.....	18
1.5.1. Pavimento de hormigón	18
1.5.1.1. Clasificación del hormigón para pavimentos rígidos.....	18
1.5.1.1.1. Por resistencia a la compresión	18
1.5.1.1.2. Por resistencia a la flexotracción	20
1.5.2. Tipos de pavimentos de hormigón	20
1.5.3. Factores de diseño de un pavimento rígido	21
1.5.4. Identificación de desgaste del pavimento	22
1.5.5. Fallas frecuentes de pavimentos rígidos.....	22
1.5.6. Técnicas de reparación de pavimentos rígidos	22
1.5.7. Inspección visual como prueba no destructiva aplicable.....	23

1.5.7.1.	Qué es la inspección visual	23
1.5.7.2.	Implementación de un proceso de inspección visual	23
1.5.7.3.	Métodos de inspección visual.....	23
1.5.7.4.	Ventajas de la inspección visual.....	24
1.6.	Alcances y limitaciones.....	24
Capítulo 2: Metodología de la investigación		25
2.1.	Características de la investigación	25
2.2.	Metodología de la investigación de los objetivos específicos.....	26
2.2.1.	Evaluación de tramo seleccionado, análisis de la situación actual de la calle en estudio.....	26
2.2.2.	Elaborar estudio de especificaciones técnicas y de presupuesto sobre el desarrollo del anteproyecto.....	31
2.2.3.	Elaborar una guía para identificación de pavimentos en mal estado	34
Análisis del anteproyecto		36
Conclusiones		37
Bibliografía.....		38
Anexos		40
Anexo 1: Especificaciones Técnicas de anteproyecto		40
Anexo 2: Cronograma de trabajo.....		50
Anexo 3: Análisis de precios unitarios relacionados al anteproyecto		54

Índice de tablas

Tabla 1.4.1.1. Longitud de caminos red vial nacional, según región y capa de rodadura (longitud en km.).	11
Tabla 1.4.2.1. Longitud de la red vial pavimentada evaluada en la V región.	12
Tabla 1.4.2.1.1. Distribución del Estado de la Red Pavimentada Evaluada.	14
Tabla 1.4.2.2.1. Tipo de conservación a aplicar en la Red Pavimentada Evaluada.	15
Tabla 1.5.1.1.1.1. Clasificación de los hormigones por resistencia a la compresión.	19
Tabla 1.5.1.1.1.2. Elección del grado del hormigón.	19
Tabla 1.5.1.1.2.1. Clasificación de los hormigones por resistencia a la flexotracción.	20
Tabla 2.2.1.: Muestra fotográfica con observaciones de tramo de estudio.	27
Tabla 2.2.2.1. Itemizado de anteproyecto, elaboración propia, (2023).	32

Índice de ilustraciones

Figura 1.1. vista aérea de la población Cemento Melón, La Calera.	8
Figura 1.1.1. Cantidad de vehículos (livianos y medianos) vendidos en el primer semestre de cada año, periodos 2020, 2021 y 2022.	9
Figura 1.4.1. Distribución de la red vial nacional según tipo de capa de rodadura.	12
Figura 1.4.2.1. Distribución por tipo de carpeta de rodadura de la Red Evaluada de la Región de Valparaíso.	13
Figura 1.4.2.1.1. Distribución del Estado de la Red Vial Evaluada en la Región de Valparaíso.	14
Figura 1.4.3.1.1. Población total censo 2017 y proyección 2021.	15
Figura 1.4.3.2.1. Temperatura máxima y mínima promedio en La Calera.	16
Figura 1.5.3.1. Fórmula general de diseño de pavimentos.	21
Figura 2.2.1. Diagrama de anteproyecto.	25
Figura 2.2.2.1. Ruta crítica de anteproyecto, elaboración propia, (2023).	33

Lista de abreviaturas

IRI = Índice de Rugosidad Internacional.

ICB = Índice de Condición de las Bermas

ICP = Índice de Condición de Pavimento

m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar

O.G.U.C. = Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

APU = Análisis de Precios Unitarios

NCh = Norma Chilena

ITO = Inspector/Inspección técnica de Obra

Glosario

Espesor: variable que se pretende determinar al realizar un diseño, el resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos.

Serviciabilidad: se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo, la tendencia es poder definirla con parámetros medibles.

Transferencia de carga: capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objetivo de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento. Mientras mejor sea la transferencia de cargas, mejor será el comportamiento de las losas del pavimento.

Confiabilidad: probabilidad de que el sistema de pavimento se comporte de manera satisfactoria durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación.

Capítulo 1: Introducción

El crecimiento demográfico nacional impone a las ciudades a crecer en cuanto a la infraestructura, generando espacios habitables en lugares un tanto alejados, lo cual obliga a la expansión de todos los servicios básicos (como la luz, el agua potable y el alcantarillado), al mismo tiempo que crea nuevas rutas de conexión con los puntos de interés de cada ciudad, como colegios, zonas industriales, hospitales, supermercados, etc., es por ello que es natural que cuando se hable de crecimiento hablemos de caminos y rutas, debido a que es crucial mantener la conexión de las personas que se integran a este crecimiento mas allá de la definición de áreas urbanas de cada ciudad. La pavimentación de calles y carreteras ha sido uno de los hitos más importantes cuando se trata del crecimiento exponencial que se vive al respecto a lo mencionado.

Las ciudades se definen por su alta densidad poblacional en constante crecimiento, por el desarrollo de centros comerciales y atractivos turísticos, el gran desarrollo de la infraestructura (residencial, comercial, educativa, industrial, etc.) y, el más importante, el sistema vial, el cual permite el ordenamiento del transporte público y el privado, además de proporcionar la conexión a puntos remotos.

La pavimentación de calles se divide en dos tipos: el pavimento asfáltico y el pavimento rígido o de hormigón. Ambos se caracterizan por ser los pavimentos más utilizados, pero cuentan con grandes diferencias entre ellos, como el coste de creación, tiempo de vida o utilidad, coste de mantenimiento, estructura interna, entre otros.

En el caso de este proyecto, se evalúa la oportunidad de realizar una reparación a futuro o método de conservación diferida a la calle Ignacio Carrera Pinto, de la ciudad de La Calera, siendo esta calle una de las vías principales de conexión hacia las villas y poblaciones exteriores existentes en la comuna.

La conservación diferida es un método utilizado para la reparación de infraestructura, la cual busca establecer las bases técnicas y un presupuesto actualizado a la fecha de realización del anteproyecto, definiendo las fundamentos para un proyecto de reparación, pero que puede ser aplicado a largo plazo o en caso de un estado crítico de la infraestructura analizada.

La calle Ignacio Carrera Pinto fue creada entre los años 1930 a 1950 por la empresa de hormigones “El Melón” (figura 1.1), calle que no ha recibido tratamientos de mantenimiento, ocasionando que la intemperie y el alto tránsito vehicular mantengan un desgaste sostenido, restando su serviciabilidad mínima con la cual debe contar para la comodidad de los usuarios que transiten por ella (tanto peatones como conductores).

Debido a lo anterior, se decide utilizar un tramo de la calle antes mencionada para la realización de una conservación diferida, definiendo el estado actual en que se encuentra, el tipo de mantenimiento que se aplicará, tiempos de realización a través de cronogramas y presupuesto de costo de obra completa, además de la creación de Especificaciones Técnicas que definan el proceso y materialidad a utilizar para el correcto desarrollo del Oproyecto.

Figura 1.1. vista aérea de la población Cemento Melón, La Calera.



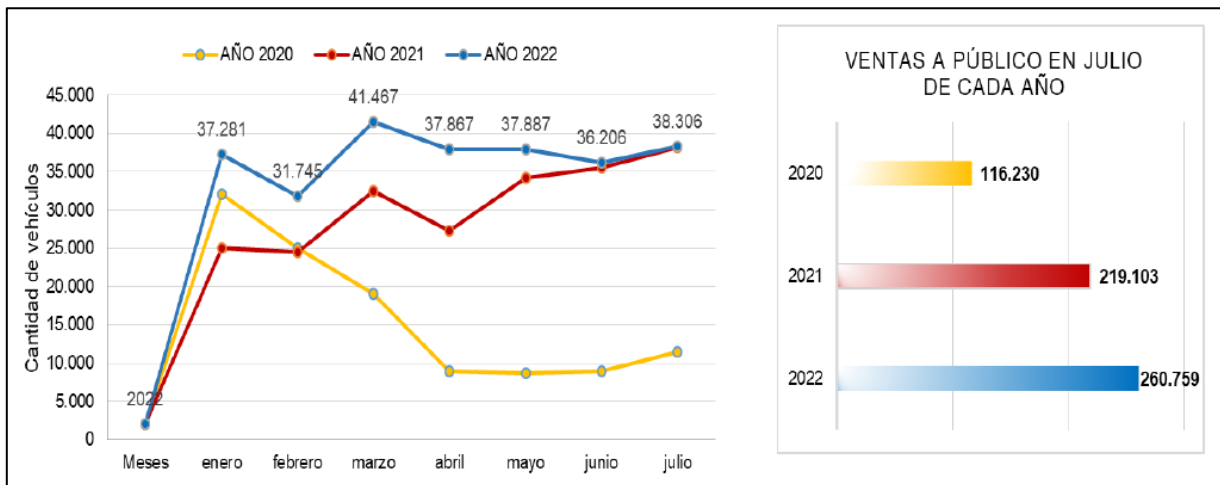
Fuente: Quintana, A., (1960).

1.1. Identificación del problema

El escaso o nulo mantenimiento de la calzada de una calle o carretera desemboca en un factor de riesgo vial importante (Apostolidis et al., 2020), debido a que la falta de seguridad o el desgaste presente en el pavimento permite el deslizamiento de vehículos por la pérdida de la rugosidad, la cual puede ser recuperada con un mantenimiento adecuado, devolviendo la seguridad vial y la confortabilidad de conducción para el conductor (Wang et al., 2020).

Sumado a lo anterior, se ha visto un incremento en el parque automotriz nacional, en donde se ha documentado un auge del 20,1% con respecto al mismo periodo al año anterior (de julio de 2021 a julio de 2022) tal como se aprecia en la figura 1.1.1., argumentado por el aumento masivo del uso de vehículos personales como elementos de trabajo, como repartidores de comida rápida, o traslado de personas particulares, además de la facilidad del público a la obtención de automóviles gracias a las ayudas gubernamentales y los retiros de cuentas personales de AFP (BCN, 2022).

Figura 1.1.1. Cantidad de vehículos (livianos y medianos) vendidos en el primer semestre de cada año, periodos 2020, 2021 y 2022.



Fuente: Gutiérrez, Y., BCN, (2022).

El desgaste progresivo de las calles creadas por la empresa cementera El Melón son notables, tanto así que la Municipalidad de La Calera ha realizado intervenciones en conjunto con el Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU) a las calzadas de calles principales con mayores daños, como lo fue en la calle Carrera (Cabrera, M., 2016). Estas calles se consideran como bienes nacionales de uso público, por lo que la Municipalidad debe velar por la seguridad, buen estado y reparación (de ser necesario), que se hará en conjunto con el Gobierno Regional (GORE), según lo establecido en la Ley N°8946 (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN], 2018).

Ignacio Carrera Pinto es parte de las calles principales pavimentadas de la ciudad, creada entre los años 1930 a 1950, se divide en dos calles con una amplia plaza en el medio; comienza en la intersección con calle Carrera, traspasa varias intersecciones secundarias tales como Julio Montt Salamanca, Av. alcalde Dr. Alonso Zumaeta, Chañaral, finalizando en la intersección con calle Iquique, con un largo aproximado de 2,2 km. (ida y vuelta).

El tramo seleccionado para el análisis y futura mantención consta de 400 metros lineales aproximados, comenzando desde la intersección con calle Carrera, continuando alrededor de la plaza Héroes de la Concepción y parroquia San José, hasta terminar en el otro extremo de la intersección con calle Carrera. El tramo de estudio fue seleccionado a partir del impacto que tendrá una futura mantención al ser punto de mayor movilización vehicular y humana, además de tener utilidad para las comunidades interiores de la ciudad.

1.2. Propuesta de anteproyecto

El presente anteproyecto tiene por finalidad el realizar un estudio técnico y desarrollo de presupuesto para conservación diferida de la calle Ignacio Carrera Pinto de la comuna de La Calera.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Anteproyecto de conservación diferida: especificaciones técnicas, tiempos de ejecución y desarrollo de presupuesto de la calle Ignacio Carrera Pinto de la comuna de La Calera.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar tramo seleccionado de la calle Ignacio Carrera Punto para ver su situación actual.
- Elaborar estudio de Especificaciones Técnicas y de presupuesto sobre el desarrollo del anteproyecto.
- Elaborar una guía para identificación de pavimentos en mal estado.

1.4. Estado del arte

Para entender el análisis que se llevará a cabo del tramo de estudio seleccionado se han elegido contenidos relacionados con el desgaste de calzada, mantenimiento diferido y de la demarcación vial con la que se debe contar bajo el contexto de la zona en la que se encuentra establecido el tramo.

1.4.1. Antecedentes de la red vial en Chile

Se consulta acerca de información de caminos pavimentados existentes en Chile, para ello, se revisan los datos entregados por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) en su informe “Red Vial Nacional: dimensionamiento y características”, el cual detalla el estado de la red vial estudiado en el año 2021.

Según lo anterior, se extrae la siguiente tabla de dimensión vial, donde se especifica la región, si se encuentra pavimentado o no, y el tipo de carpeta de rodado con la que cuenta:

Tabla 1.4.1.1. Longitud de caminos red vial nacional, según región y capa de rodadura (longitud en km.).

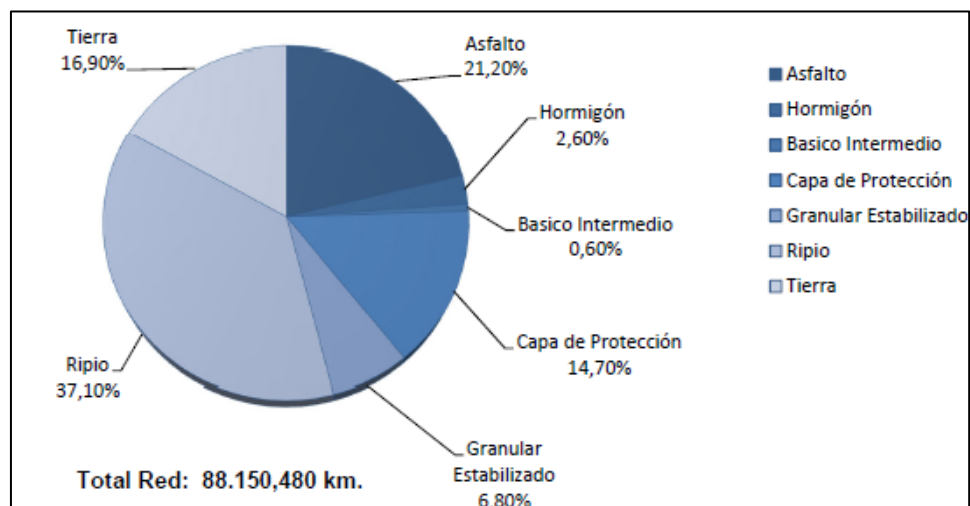
Región	Red Vial Pavimentada				Soluciones Básicas		Red Vial No Pavimentada		Total
	Asfalto	Hormigón	Asf./Horm.	Caminos Básicos Intermedios	Capa Protección	Granular Estabilizado	Ripio	Tierra	
Tarapacá	1.170,627	0,792	0,007	0,000	636,231	439,676	238,950	1.335,845	3.822,128
Antofagasta	1.922,912	4,099	0,104	0,000	576,646	1.061,440	399,642	2.407,950	6.372,793
Atacama	1.132,628	2,985	0,009	46,000	1.215,004	2.497,780	985,400	1.844,193	7.723,999
Coquimbo	1.373,045	30,294	14,350	163,486	871,864	673,222	1.397,018	878,579	5.401,858
Valparaíso	1.205,151	159,108	47,419	5,581	1.862,905	0,000	328,447	252,811	3.861,422
Libertador General Bernardo O'Higgins	1.339,523	59,579	49,921	40,065	1.382,936	35,561	1.430,396	506,369	4.844,350
Maule	1.633,049	186,647	74,433	97,766	1.197,945	176,775	2.153,886	1.504,727	7.025,228
Biobío	1.437,647	119,770	35,318	16,762	476,299	33,966	3.466,637	1.017,182	6.603,581
Araucanía	1.622,295	87,808	99,097	100,386	672,302	305,380	6.618,400	2.486,432	11.992,100
Los Lagos	1.696,539	230,609	49,800	5,800	1.118,136	0,700	5.592,792	238,465	8.932,841
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	296,638	151,108	0,260	0,000	5,750	469,777	2.543,408	114,042	3.580,983
Magallanes y La Antártica Chilena	10,077	800,751	1,302	0,000	162,720	150,573	2.022,940	313,072	3.461,435
Metropolitana de Santiago	1.471,738	101,812	85,850	42,645	865,713	0,540	179,896	114,764	2.862,958
Los Ríos	851,499	59,207	103,968	29,854	821,873	4,929	2.510,500	320,633	4.702,463
Arica y Parinacota	439,117	0,226	0,000	0,000	749,501	87,881	226,878	813,912	2.317,515
Ñuble	838,963	29,480	6,532	7,420	379,034	17,462	2.594,532	771,403	4.644,826
Total	18.441,448	2.024,275	568,370	555,765	12.994,859	5.955,662	32.689,722	14.920,379	88.150,480

Fuente: MOP, Dirección de Vialidad (2021).

En la región de Valparaíso se destaca una red vial pavimentada dividida entre pavimentos de asfalto con un total de 1.205,151 km., pavimentos de hormigón con un total de 159,108 km. y pavimentos de asfalto/hormigón con un total de 47,419 km.

La red vial nacional cuenta con un total de 88.150,480 km. de caminos, de los cuales el camino asfaltado representa un 21,2%, y el camino de hormigón representa solo un 2,6% del total.

Figura 1.4.1. Distribución de la red vial nacional según tipo de capa de rodadura.



Fuente: MOP, Dirección de Vialidad (2021).

1.4.2. Red vial de la región de Valparaíso

Según los datos extraídos del Departamento de Gestión Vial realizados en el año 2021, la red vial pavimentada de la región de Valparaíso está compuesta por 1.738,617 km. de calzadas. La longitud de la red vial no concesionada es de 960,819 km. de calzadas, de las cuales se inspeccionaron efectivamente 872,226 km. de calzadas.

Tabla 1.4.2.1. Longitud de la red vial pavimentada evaluada en la V región.

Región	Longitud Total	Longitud Concesionada	Longitud No Concesionada	Longitud Inspeccionable	Longitud Inspeccionada	Porcentaje Auscultado	Longitud Evaluada
	(1)	(2)	(3)=(1)-(2)	(4)	(5)	(6)=(5)/(4)	(7)
	km-calzada	km-calzada	km-calzada	km-calzada	km-calzada	%	km-pista
Valparaíso	1.738.617	777.798	960.819	872.226	872.226	100%	1.768.850

Fuente: Departamento de Gestión Vial (2021).

Donde:

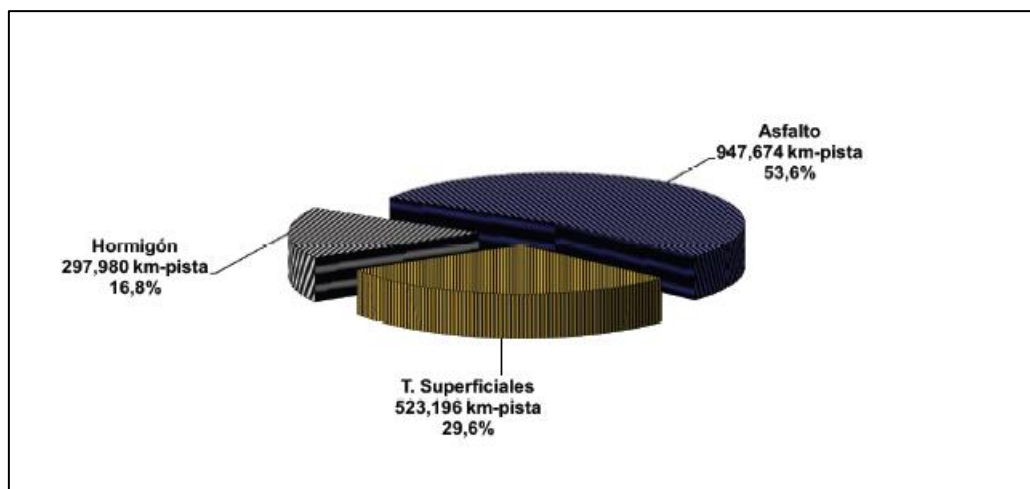
- (1) Longitud total de calzadas de caminos pavimentados.
- (2) Longitud total de calzadas de caminos concesionados.
- (3) Longitud de calzadas de caminos pavimentados no concesionados.
- (4) Longitud de calzadas de caminos con concesionados descontando tramos en que no se pudieron realizar inspección.
- (5) Longitud de calzadas pavimentadas a las cuales se les realizó la inspección visual.
- (6) Porcentaje de caminos evaluados respecto a la Red Pavimentada.
- (7) Longitud de las pistas de los caminos a los cuales se les realizó la determinación del Estado de Caminos Pavimentados y Bermas.

El estudio realizó la auscultación de calzadas bajo la metodología de ICP e ICB las cuales fueron procesadas mediante rutina computacional, obteniendo los siguientes datos:

La red vial evaluada se distribuye en:

- 947,674 km-pista de pavimentos asfálticos
- 523,196 km-pista de tratamientos superficiales
- 297,980 km-pista de pavimentos de hormigón

Figura 1.4.2.1. Distribución por tipo de carpeta de rodadura de la Red Evaluada de la Región de Valparaíso.



Fuente: “Diagnóstico Auscultación Automatizada de Pavimentos”, Dirección de Vialidad (2019).

1.4.2.1. Estado de la Red Vial Pavimentada evaluada

Tal como se puede apreciar en la tabla 1.4.2.1.1., se muestra un resumen de la determinación del estado de las calzadas, utilizando la metodología que incorpora el ICP realizado de forma continua a cada una de las pistas evaluadas de la Red Vial Pavimentada.

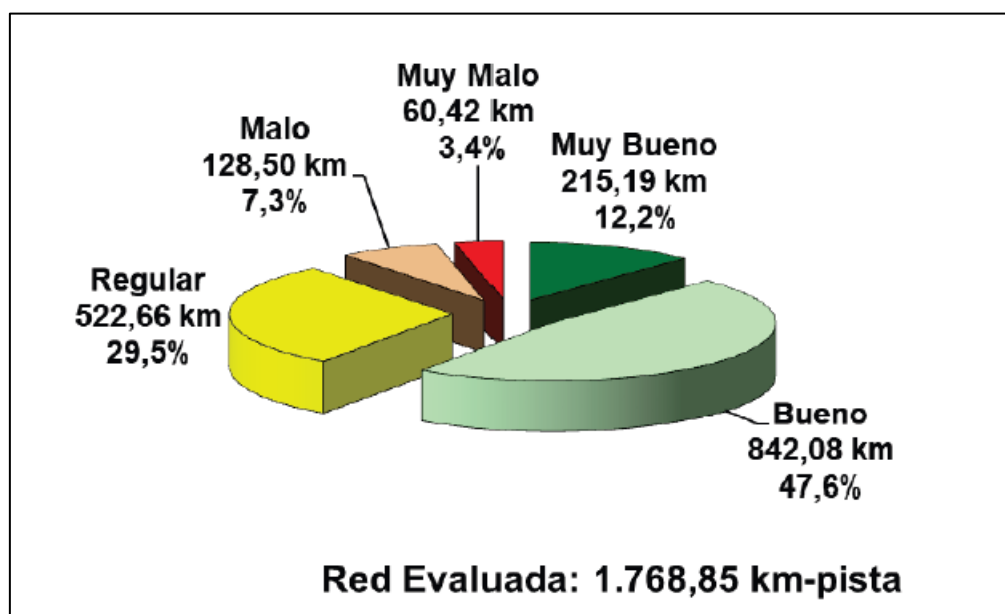
Tabla 1.4.2.1.1. Distribución del Estado de la Red Pavimentada Evaluada.

Región		Estado					Total
		Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy Malo	
Valparaíso	km-pista	215,188	842,081	522,662	128,499	60,420	1.768,850
	%	12,2%	47,6%	29,5%	7,3%	3,4%	100,0%

Fuente: “Diagnóstico Auscultación Automatizada de Pavimentos”, Dirección de Vialidad (2019).

En la figura 1.4.2.1.1. se muestra la distribución del estado de la red vial evaluada.

Figura 1.4.2.1.1. Distribución del Estado de la Red Vial Evaluada en la Región de Valparaíso.



Fuente: “Diagnóstico Auscultación Automatizada de Pavimentos”, Dirección de Vialidad (2019).

1.4.2.2. Tipo de acción de conservación recomendada

La Dirección de Vialidad recomienda las acciones de conservación para los distintos tipos de carpetas, dividiendo la conservación entre rutinaria, periódica y mayor, tal como se aprecia en la tabla 1.4.2.2.1., con el fin de mantener los pavimentos de la red vial, corrigiendo deterioros y desgaste existente, manteniendo estándares adecuados, tanto estructurales como funcionales.

Tabla 1.4.2.2.1. Tipo de conservación a aplicar en la Red Pavimentada Evaluada.

Región	Carpeta		Tipo de Conservación			Total
			Rutinaria	Periódica	Mayor	
Valparaíso	Asfalto	km	776,648	149,186	21,840	947,674
	Tratamiento	km	420,247	96,404	6,545	523,196
	Hormigón	km	145,586	106,304	46,090	297,980
	Total	km	1.342,481	351,894	74,475	1.768,850
	Asfalto	%	82,0%	15,7%	2,3%	100,0%
	Tratamiento	%	80,3%	18,4%	1,3%	100,0%
	Hormigón	%	48,9%	35,7%	15,5%	100,0%
	Total	%	75,9%	19,9%	4,2%	100,0%

Fuente: “Diagnóstico Auscultación Automatizada de Pavimentos”, Dirección de Vialidad (2019).

1.4.3. Antecedentes de la ciudad de La Calera

1.4.3.1. Demografía y proyección

Según el Censo realizado en el año 2017, La Calera cuenta con aproximadamente 50.544 habitantes, con una proyección para el año 2021 de 53.736, tal como se puede apreciar en figura 1.4.3.1.1., en donde el cálculo de la proyección se obtiene bajo la variación del 6,29%.

Figura 1.4.3.1.1. Población total censo 2017 y proyección 2021.

Unidad Territorial	Censo 2017	Proyección 2021	Variación (%)
Comuna de Calera	50.554	53.736	6,29

Fuente: Censos de Población y Vivienda, Proyecciones de Población, Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (2017).

La comuna de La Calera se compone por la ciudad y por 4 localidades cercanas, las cuales son:

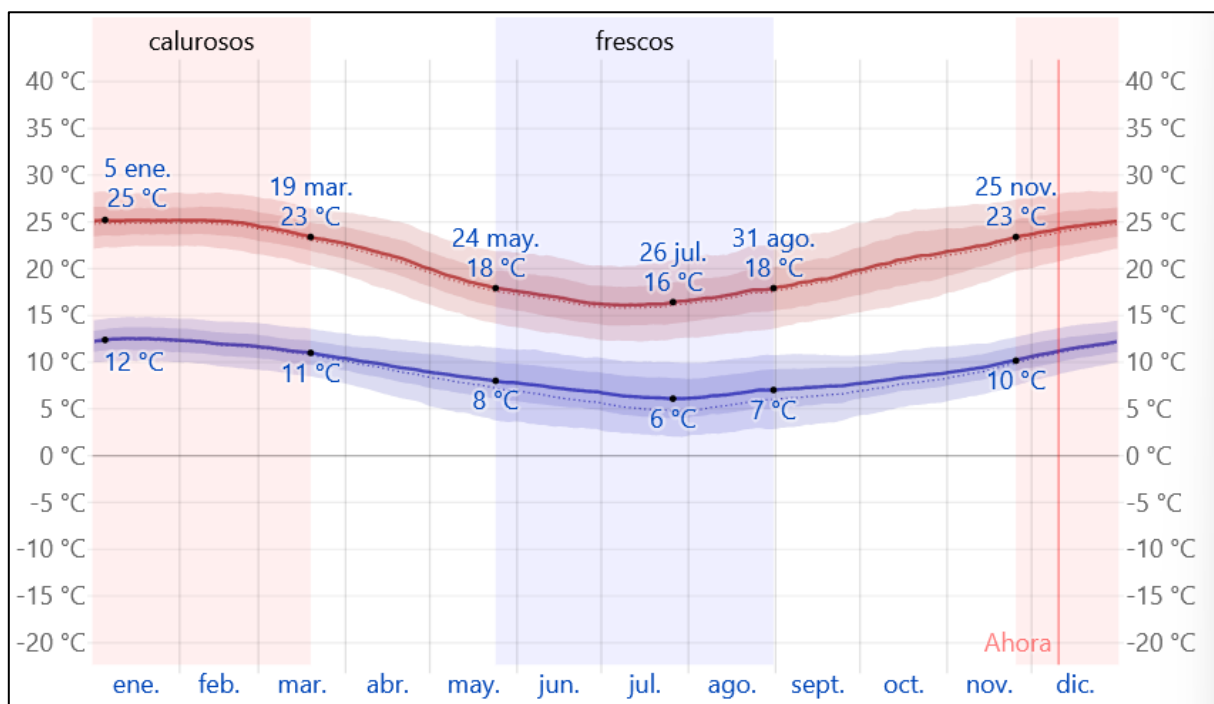
- Artificio
- Las Cabritas
- Pachacamita
- Pachacama

1.4.3.2. Clima de la ciudad

La Calera goza de un clima mediterráneo, con una temperatura máxima promedio en la temporada templada (noviembre a marzo) de 23 °C, mientras que en temporada fresca (mayo a agosto) la temperatura es de 18 °C, tal como se puede apreciar en la figura 1.4.3.2.1. Existe la posibilidad de días extremos de calor en temporada de verano, llegando a registrarse una máxima de 35 °C.

También presenta microclimas con días nublados matinales, y se establece una humedad relativa del aire de aproximadamente 60%.

Figura 1.4.3.2.1. Temperatura máxima y mínima promedio en La Calera.



Fuente: Weather Spark (2022).

1.4.3.3. Geografía

La ciudad está ubicada a 60 km de la capital regional de Valparaíso y a 118 km de Santiago. Su superficie es de 60,5 km². La Calera limita con Nogales al norte y al oeste, Hijuelas por el este y La Cruz por el sur. Además, el río Aconcagua cruza por la ciudad, dividiendo de forma natural el centro de Calera con Artificio (M. La Calera, 2015).

Se encuentra a 183 m.s.n.m. a los pies del cerro La Melonita, desde el centro de la ciudad se puede divisar con facilidad la cordillera. A pesar de la vasta presencia de cerros y lomas, la ciudad de La Calera descansa sobre una planicie natural (BCN, s.f.).

1.5. Marco teórico

1.5.1. Pavimento de hormigón

Antes de comenzar a construir cualquier tipo de estructura que se genere en base a una inversión inicial, se realiza un anteproyecto para definir las características, valores cualitativos, cuantitativos, condiciones, etc. En el caso de la pavimentación, el anteproyecto gira en torno a las condiciones del lugar, circunstancias a las que se expone, largo del camino/carretera, impacto medioambiental, emplazamiento geográfico e hidrográfico, entre otros, lo cual determina un factor importante: la materialidad del pavimento. En el presente anteproyecto se dará énfasis a la pavimentación con hormigón o “pavimento rígido”.

La construcción de este tipo de caminos suele llevar la etiqueta de ser “muy costoso”, debido al uso masivo de hormigón y el proceso constructivo que se realiza para materializar una obra, pero el constante cambio en las tecnologías hizo que dejase de ser tema de mucha importancia. La construcción con hormigón es más rentable a la vez que más seguro, debido a que al sumar los costos de construcción y de mantención se tiene como resultado un pavimento de mayor resistencia, durabilidad y seguridad que perdurará por muchos más años, realizando mantenimiento programado para solucionar detalles como desgaste o fisuración, los cuales no suelen tener un daño elevado o crítico para la estructura del hormigón (Alfaro, M., 2015).

Una de las condiciones de carácter importante al momento de pavimentar con hormigón es el estricto control que debe llevarse a cabo mientras se realiza el curado, debido a que su punto de mayor resistencia se cumple a los 28 días de aplicado, generando calor y evaporación del agua existente en su interior (Norma Chilena 170:2016).

Debido a lo anterior es que se debe realizar muestreo del hormigón y asegurar que se cumpla la mayor cualidad del hormigón: la resistencia, la cual es fundamental para el diseño final del proyecto y debe ser elegida según el tipo de uso que tendrá el camino.

1.5.1.1. Clasificación del hormigón para pavimentos rígidos

1.5.1.1.1. Por resistencia a la compresión

El proyecto de pavimentación define el tipo de hormigón a utilizar, en donde se delimita la resistencia mínima necesaria. Para medir la resistencia del hormigón se debe realizar la confección de probetas según NCh1017 y NCh171, se debe realizar a lo menos dos probetas gemelas para el ensayo a 28 días. Para que pavimento utilizado en obra sea aceptado, la probeta expuesta a compresión debe de cumplir con el mínimo calculado en el

proyecto de la obra. Los hormigones se clasifican tal como se puede apreciar en la figura 1.5.1.1.1.1. extraída de NCh170.

Tabla 1.5.1.1.1.1. Clasificación de los hormigones por resistencia a la compresión.

Grado	Resistencia especificada, f_c	
	MPa	(kgf/cm ²)
H5	5	(50)
H10	10	(100)
H15	15	(150)
H20	20	(200)
H25	25	(250)
H30	30	(300)
H35	35	(350)
H40	40	(400)
H45	45	(450)
H50	50	(500)

Fuente: NCh 170.

La NCh170Of85 establece del grado del hormigón mínimo según el tipo de elemento estructural a diseñar, por lo cual dispone que para pavimentos se utilice hormigón con resistencia mínima H15, tal como se puede observar en la tabla 1.5.1.1.1.2.

Tabla 1.5.1.1.1.2. Elección del grado del hormigón.

Grados de hormigón	Solicitud y exposición	Elementos estructurales		
		En masa	Armados	Pretensados
H5	Elementos poco solicitados y sin peligro de heladas	Cimientos corridos, emplastillados, etc.	-	-
H10	Elementos poco solicitados y con peligro de heladas	Muros de contención, radieres	-	-
H15 - H20	Elementos medianamente solicitados y con peligro de heladas	Elementos corrientes de la construcción, pavimentos, prefabricados		
H20 - H35	Elementos altamente solicitados y con peligro de heladas			
> H35	Elementos altamente solicitados con o sin peligro de heladas	-	Elementos especiales de la construcción, prefabricados en taller	

Fuente: NCh170.

1.5.1.1.2. Por resistencia a la flexotracción

Los hormigones utilizados en la pavimentación deben ser sometidos a ensayo por flexotracción bajo la NCh170. Las probetas serán obtenidas según NCh 1017 y NCh1071. Las probetas deberán ser realizadas a la edad de 28 días, y será documentado según los datos entregados en la tabla 1.5.1.1.2.1.

Tabla 1.5.1.1.2.1. Clasificación de los hormigones por resistencia a la flexotracción.

Grados de flexotracción	Resistencia especificada, f_t	
	MPa	(kgf/cm ²)
HF 3	3,0	(30)
HF 3,5	3,5	(35)
HF 4	4,0	(40)
HF 4,5	4,5	(45)
HF 5	5,0	(50)
HF 5,5	5,5	(55)
HF 6	6,0	(60)

Fuente: NCh170.

1.5.2. Tipos de pavimentos de hormigón

Los pavimentos de hormigón están diseñados para transmitir las cargas a las cuales son sometidos de manera que se cree una correcta distribución sobre las capas. La rigidez del hormigón permite una menor emisión de cargas a la subrasante, lo cual permite que la deformación sea menor e incluso nulo.

Según MINVU, los pavimentos rígidos se dividen en cuatro tipos:

- Pavimentos de hormigón simple con juntas poco espaciadas.
- Pavimentos de hormigón con refuerzo simple, con elementos de traspaso de cargas y juntas espaciadas.
- Pavimentos de hormigón armado.
- Pavimentos de hormigón armado pretensado o postensado.

1.5.3. Factores de diseño de un pavimento rígido

Para el diseño del pavimento rígido se seguirá el método AASHTO que se presenta a continuación:

- La fórmula general para el diseño de pavimentos rígidos está basada en los resultados obtenidos de la prueba *American Association of State Highway and Transportation (AASHTO)*. La fórmula es la siguiente:

Figura 1.5.3.1. Fórmula general de diseño de pavimentos.

$$\log_{10}(E18) = \left\{ \begin{array}{l} \text{Desviación normal estándar} \quad \text{Error estándar combinado} \quad \text{Espesor} \\ Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.006 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \\ \text{Serviciabilidad final} \quad \text{Módulo de ruptura} \quad \text{Coeficiente de drenaje} \\ + (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10} \left[\frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{Ec}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right] \\ \text{Tráfico} \quad \text{Módulo de transferencia de carga} \quad \text{Módulo de elasticidad} \quad \text{Módulo de reacción} \end{array} \right\}$$

Fuente: AASHTO.

Las variables de diseño de un pavimento rígido son:

- Espeor
- Serviciabilidad
- Transito
- Transferencia de carga
- Propiedades del concreto
- Resistencia a la subrasante
- Drenaje
- confiabilidad

1.5.4. Identificación de desgaste del pavimento

El desgaste de pavimento se debe a una serie de factores externos que afectan de forma continua/progresiva su estructura. Algunos de las formas de desgaste más comunes que se pueden visualizarse en la calzada son:

- Deformación transversal
- Ahuellamiento
- Desgaste por tránsito excesivo
- Pérdida de áridos

1.5.5. Fallas frecuentes de pavimentos rígidos

Al cumplir con la edad útil ya sea por desgaste por continuo tránsito vehicular y escaso o nulo mantenimiento, los pavimentos rígidos suelen presentar las siguientes fallas:

- Juntas
- Grietas
- Deterioro superficial
- Otros deterioros

1.5.6. Técnicas de reparación de pavimentos rígidos

Para la reparación y/o mantención de pavimentos se deben identificar los problemas presentes, tales como la fisuración, deterioros en juntas, defectos superficiales, y otros como levantamientos, escalonamientos, bacheos deteriorados, etc. (H. Calo, D., 2016).

Con respecto a lo anterior, se busca identificar el problema para luego someterlo a una serie de técnicas de reparación, con el fin de extender la serviciabilidad del pavimento. Estas técnicas permiten la reparación por áreas que presentan daños localizados, manteniendo la rasante del pavimento.

Para la restauración del pavimento se encuentran presentes las siguientes técnicas:

- Reparación en profundidad total
- Reparaciones en profundidad parcial
- Pulido con discos de diamante
- Recolocación de pasadores
- Sellado de juntas y fisuras
- Estabilización de losas

- Cosido cruzado
- Colocación de drenes longitudinales
- Colocación de banquina de hormigón vinculada

El mantenimiento de caminos de hormigón lleva consigo una serie de beneficios, tales como la preservación de la inversión en infraestructura al disminuir el costo de reparación por secciones del pavimento, mejora del rendimiento, extender la vida útil del pavimento, proporcionar mayor seguridad y movilidad para peatones y automovilistas (CRAFCO, s.f.).

1.5.7. Inspección visual como prueba no destructiva aplicable

1.5.7.1. Qué es la inspección visual

La inspección visual según la Asesoría y Equipos de Inspección S.A. (AEISA) es un método que se utiliza en pruebas no destructivas (*Not Destructive Test* [NDT] en inglés). Permite detectar oportunamente defectos a nivel superficial, generalmente en zonas de fácil acceso en el objetivo analizado.

1.5.7.2. Implementación de un proceso de inspección visual

Según *International Business Machines* (IBM, 2023) existen diferencias entre las formas de los procesos y métodos aplicados para la inspección visual, sin embargo, existen puntos en común dentro de los flujos de trabajo de inspección, que a menudo se encuentran en los procesos de inspección visual. Estos incluyen:

- Identificación de todos los equipos, materiales, productos e infraestructuras que necesitan inspección.
- Definir qué condiciones deben activar una inspección
- Crear pautas claras sobre qué constituye un defecto
- Señalar con qué frecuencia se deben realizar estas inspecciones
- Establecer un método para notificar, documentar y abordar defectos y el tiempo de inactividad cuando se detectan.
- Incorporar inspecciones visuales en las listas de verificación de mantenimiento.

1.5.7.3. Métodos de inspección visual

IBM (2023) indica que el método de inspección visual aplicado dependerá de la tarea o el proceso que se desea documentar, existen los siguientes métodos de inspección visual aplicables:

Muestreo aleatorio. Los controles de calidad se realizan sobre productos o activos físicos seleccionados al azar. En fabricación, los productos a menudo se revisan directamente en la línea de producción para identificar defectos visuales evidentes.

Muestreo manual completo. Una persona cualificada para identificar defectos se encarga de inspeccionar manualmente todos los productos. Este puede ser un trabajo físicamente exigente, con acciones repetitivas y, por tanto, debe ir acompañado de políticas de seguridad, equipos ergonómicos y las herramientas adecuadas.

Inspección visual remota (RVI). Mediante el uso de cámaras remotas, tecnología Edge y drones, las organizaciones pueden observar equipos de forma segura desde la distancia. Esta solución de inspección puede realizarse en tiempo real; o en áreas remotas donde la conectividad podría ser complicada, las inspecciones pueden realizarse recuperando las imágenes y analizándolas posteriormente.

Inspección visual automatizada. Los productos se inspeccionan en tiempo real utilizando cámaras, métodos de procesamiento de imágenes y algoritmos de *machine learning*. A diferencia de RVI, donde los inspectores llevan los equipos de inspección al campo, las inspecciones visuales automatizadas generalmente se realizan en el sitio, en una sola ubicación.

1.5.7.4. Ventajas de la inspección visual

Según AEISA, el alcance de la aplicación de este método de ensayo no destructivo es bastante extenso, y entre sus múltiples ventajas se encuentran:

- La detección a simple vista de defectos que se producen durante el proceso productivo.
- Es un ensayo previo y preliminar a la ejecución de cualquier otra prueba no destructiva que se aplique en un futuro.
- Su correcta ejecución, disminuirá en gran medida la necesidad de realizar ensayos destructivo a futuro.

1.6. Alcances y limitaciones

La calle en estudio corresponde a Ignacio Carrera Pinto, identificando como punto de inicio la intersección con la calle Carrera, recorriendo el perímetro de la plaza Héroes de la Concepción, frente al colegio Teresa Brown de Ariztía, pasando por detrás de la parroquia San José, y terminando frente al Liceo San José, intersección calle Carrera. La longitud del camino en estudio corresponde al aproximado de 380 metros.

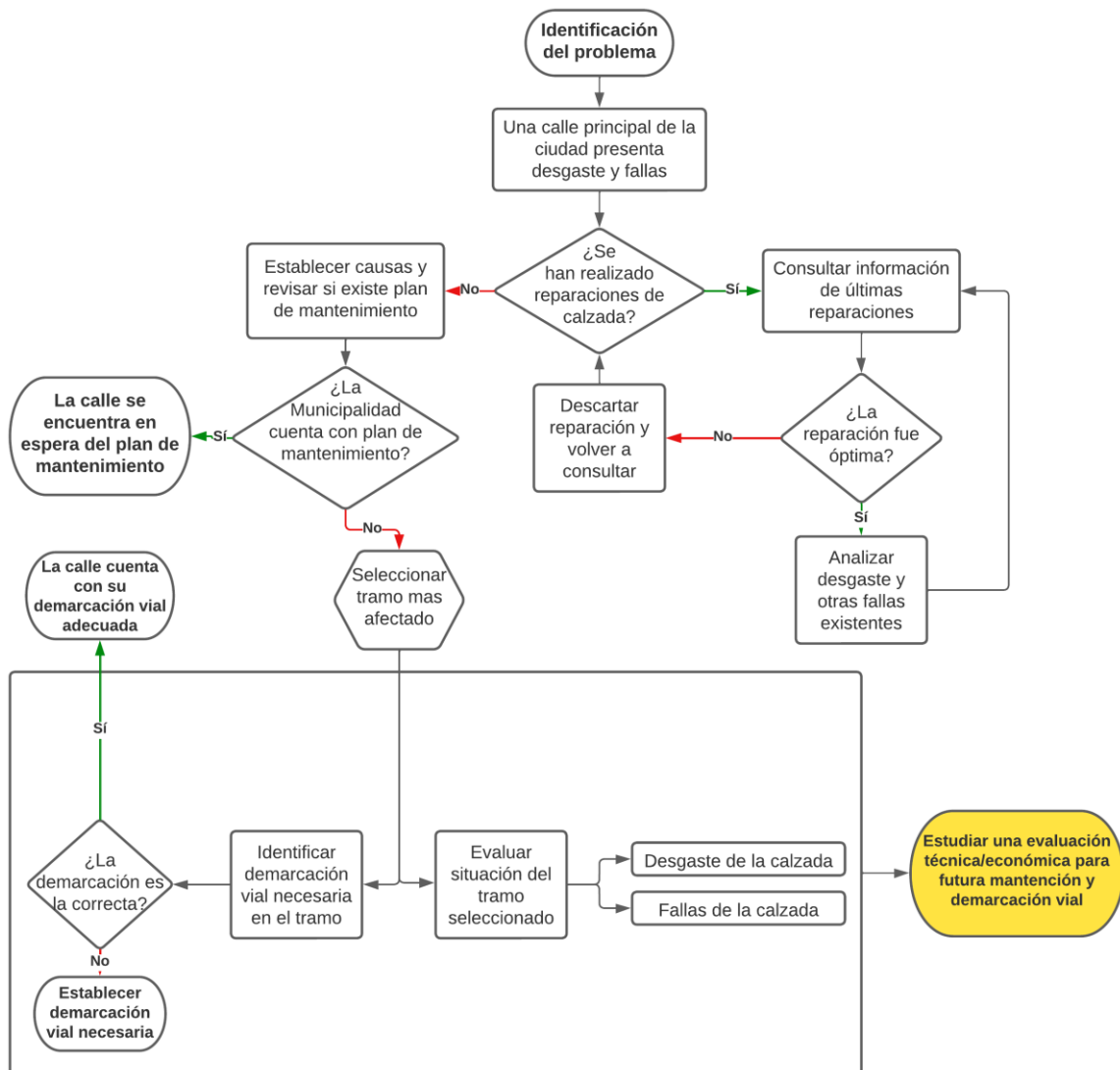
El pavimento en estudio no podrá ser sometido a ensayos destructivos, como realizar cortes u orificios para analizar de forma exacta la composición de éste.

Capítulo 2: Metodología de la investigación

2.1. Características de la investigación

Las bases de la metodología de investigación a realizar deben ser alineadas con los objetivos específicos definidos anteriormente. Para entender un poco más acerca del desarrollo del anteproyecto se elabora la figura 2.1.1.

Figura 2.2.1. Diagrama de anteproyecto.



Fuente: Elaboración propia, (2022).

2.2. Metodología de la investigación de los objetivos específicos

2.2.1. Evaluación de tramo seleccionado, análisis de la situación actual de la calle en estudio

Evaluación del tramo de estudio, a través de inspección visual en terreno:

Para la evaluación del tramo de estudio se define un punto de inicio 0 (“cero”), con demarcación cada 20 metros en relación con el largo total de la calle (380 metros). Se realizará estudio del estado del pavimento con 19 puntos de observación, realizando una tabla de muestras fotográficas y observaciones (tabla 2.2.1.).

Se encuentran las siguiente fallas en el pavimento:

- Fisuración longitudinal.
- Fisuración transversal.
- Fragmentación de losa de hormigón.
- Fisuración superficial.
- Fisuración por durabilidad.
- Desgaste superficial.
- Escalonamiento de calzada.
- Bacheos deteriorados.

Identificación de las zonas de desgaste, grietas, ahuellamiento, etc. presente en el tramo a través de muestra fotográfica obtenida:

Se crea un registro fotográfico utilizando una cámara Canon *Powershot* SX170 – IS con resolución de 16 Mega Píxeles (MP) y Alta Definición (*High Definition* [HD]), registro tomado a las 18:30 horas para evitar exceso de luz en el pavimento, obteniendo fotografías más nítidas de la calzada a evaluar. El registro obtenido es llevado a una tabla evaluativa generada en Excel, en el cual en la cual se registran los siguientes detalles por tramo:

Tabla 2.2.1.: Muestra fotográfica con observaciones de tramo de estudio.

Demarcación de tramo		Fotografía	Observaciones
0	20		Desgaste de calzada: zona de 42 cm. De ancho y 6 metros de largo con desgaste visible. Fisuras de calzada: fisuras longitudinales y transversales visibles en todo el tramo. Estado: malo, no necesita pronta reparación.
21	40		Desgaste de calzada: Material pétreo visible, ancho de 1,24 metros y largo de 1,30 metros. Estado: malo, no necesita pronta reparación
41	60		Desgaste de calzada: Material pétreo visible en toda la superficie de la calzada, leve hendidura visible. Estado: regular, no necesita pronta reparación.
61	80		Fisura en pavimento: fisura transversal de 5,8 metros de largo, conectada a fisura central de calzada. Estado: regular, no necesita pronta reparación.
81	100		Fisura en pavimento: alta presencia de fisuras en calzada, además de material pétreo visible en la superficie de este. Imagen se repite en gran parte de la calzada. Estado: regular, no necesita pronta reparación.
101	120		Reparación de calzada: losa de hormigón reparada en 1 (una) ocasión por parte de Municipio de La Calera, corresponde a la salida vehicular del juzgado local. Tamaño de losa de 6,2 x 6 metros. Estado: bueno, losa en buen estado.

121	140		Escalonamiento en calzada: visible escalonamiento del tramo que va desde un extremo a otro de la calzada, lugar con mas altura de 3 cm. Fisura en pavimento: visibilidad de fisuración por durabilidad. Estado: muy malo, necesita intervención a corto plazo.
141	160		Extras en calzada: colocación de tierra en la unión de calzada con solera, para crear subida provisoria de personas con escasa movilidad y personas en bicicleta. Peligro de accidente en caso de lluvias al ablandarse la capa de tierra. Estado: regular.
161	180		Extras en calzada: punto de unión de losas de hormigón, se unifican creando 5 fisuras, leve levantamiento de la calzada en la zona de la tapa. Estado: regular, se necesita intervención a largo plazo.
181	200		Extras en calzada: punto de unión de losas de hormigón, se unifican creando 5 fisuras. Estado: regular, se necesita intervención a largo plazo.
201	220		Extras en calzada: punto de unión de losas de hormigón, se unifican creando 5 fisuras. Desgaste notorio de pavimento. Estado: regular, se necesita intervención a largo plazo.
221	240		Calzada con losa reparada: Calzada repara en demarcación, un lado de la calzada fue reparado por parte del Municipio. Estado: bueno.

241	260		Calzada con losa reparada: Calzada reparada, continúa en demarcación 261 - 280, reparado por Municipio de La Calera. Estado: muy bueno.
261	280		Fisura en calzada: presencia de fisura longitudinal y transversal que interceptan en el centro de la calzada. Lado derecho de calzada presenta desgaste y se visualiza material pétreo, mientras que el lado derecho fue reparado por el Municipio de La Calera. Estado: malo, se necesita intervención a largo plazo.
281	300		Fisura en pavimento: fisura transversal de 5 metros de largo, el cual además cuenta con fisuración por durabilidad. Estado: malo, se necesita intervención a largo plazo.
301	320		Desgaste de calzada: desgaste mayor del pavimento, material pétreo a la vista, en conjunto con fisuración transversal. Antigua reparación de pavimento realizada por el Municipio de La Calera. Estado: malo, se necesita intervención a largo plazo.
321	340		Escalonamiento en calzada: visible escalonamiento del tramo cruza la calzada de un extremo a otro, su altura no supera los 2 cm. Fisura entre losas de pavimento. Estado: muy malo, se necesita intervención a corto plazo.
341	360		Fisura en calzada: presencia de fisura longitudinal y transversal que interceptan en el centro de la calzada. Escalonamiento en calzada: visible escalonamiento en el centro de la calzada, presente una altura de 3 a 4 cm. Estado: muy malo, se necesita intervención a corto plazo.

361	380		Fisura en calzada: presencia de fisura transversal con desgaste de pavimento acrecentado, tamaño de 5,2 x 0,2 metros. Estado: malo se necesita intervención a corto plazo.
-----	-----	---	---

Fuente: Registro fotográfico de tramo de estudio, elaboración propia, (2023).

Evaluar la muestra fotográfica del tramo, definir sectores más afectados:

En los tramos evaluados se definen las fallas críticas de la calle, las cuales necesitan reparación de forma crítica o a corto plazo:

- Demarcación 21 a 40: Desgaste de pavimento en estado avanzado, material pétreo se encuentra expuesto a los vehículos que transitan la vía.
- Demarcación 121 a 140: Pavimento con presencia de escalonamiento, se debe aplicar medida correctiva a la losa de hormigón con mayor altura, se debe definir antes de la repavimentación de la calle.
- Demarcación 161 a 180: Unión de losas de hormigón de la calzada. Se debe tener consideración al momento de repavimentar las zonas afectadas.
- Demarcación 181 a 200: Unión de losas de hormigón de la calzada. Se debe tener consideración al momento de repavimentar las zonas afectadas.
- Demarcación 201 a 220: Unión de losas de hormigón de la calzada. Se debe tener consideración al momento de repavimentar las zonas afectadas.
- Demarcación 321 a 340: Losa de hormigón presenta escalonamiento, provoca golpe en vehículos que circulan la vía, provoca riesgo de tropiezo para conductores o transeúntes, o personas circulando en vehículo de 2 ruedas.
- Demarcación: 341 a 360: visible escalonamiento de calzada provoca riesgo de tropiezo para conductores o transeúntes, o personas circulando en vehículo de 2 ruedas, conexión entre losas con fisuras intermedias.
- Demarcación 361 a 380: Fisura de gran tamaño, se encuentra actualmente con un relleno provisorio, posiblemente colocado por los transeúntes y/o conductores que circulan la calle. Necesita de reparación

Definir reparaciones previas del pavimento antes de entregar solución definitiva:

Se definen las reparaciones necesarias para el punto anterior, debido al estado en el que se encuentra el pavimento de las demarcaciones definidas:

- Demarcación 21 a 40: tratamiento previo de zona para repavimentado.
- Demarcación 121 a 140: Altura mayor a 10 mm, se realiza reparación de profundidad total de losa.

- Demarcación 161 a 180: Consideración de creación de junta losas de hormigón existentes en el tramo.
- Demarcación 181 a 200: Consideración de creación de junta losas de hormigón existentes en el tramo.
- Demarcación 201 a 220: Consideración de creación de junta losas de hormigón existentes en el tramo.
- Demarcación 321 a 340: Altura mayor a 10 mm, se realiza reparación de profundidad total de losa.
- Demarcación: 341 a 360: Altura mayor a 10 mm, se realiza reparación de profundidad total de losa.
- Demarcación 361 a 380: Reparación de abertura superior a 13 mm, se aplica reparación en profundidad.

Corregir forma del tramo, definir el diseño de la vía según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (O.G.U.C.).

Se realiza análisis del tramo seleccionado, en donde se define la forma que debe tener éste, tomando en consideración la existencia de canaletas, grado de pendiente, calles conexas y otros elementos presentes en la calzada.

2.2.2. Elaborar estudio de especificaciones técnicas y de presupuesto sobre el desarrollo del anteproyecto.

Realizar Especificaciones Técnicas (EE.TT.) sobre el desarrollo del proyecto.

Se adjunta a informe **Anexo 1** con EE.TT. del anteproyecto, definiendo:

- Materiales necesarios por utilizar.
- Obligaciones del contratista a cargo de la obra.
- Leyes por las que se rige el anteproyecto.
- Definiciones y forma de entrega de la obra.

Realizar itemizado de las partidas del anteproyecto.

Se analizan las partidas e ítems de las EE.TT. del anteproyecto para la creación de itemizado:

INSTALACIÓN DE FAENA
- CONTENEDORES PROVISORIOS (ARRIENDO)
- CIERRE PERIMETRAL
- LETRERO DE OBRAS
- TRAZADOS Y NIVELES
OBRA GRUESA
- EXCAVACIONES
- RETIRO DE ESCOMBROS
- ESTABILIZADO Y COMPACTADO
- HORMIGÓN HN30
- CINCELADO DE PAVIMENTO
- CORTADOR HORMIGÓN

Tabla 2.2.2.1. Itemizado de anteproyecto, elaboración propia, (2023).

Utilizar el itemizado para la creación de presupuesto.

Se adjunta en **Anexo 3** Análisis de Precios Unitarios (APU) los cuales servirán de base para la estimación de costos asociados al anteproyecto, el cual podrá usarse para definir la inversión inicial que será necesaria para la puesta en marcha y siguiente paso como proyecto de construcción y mejoramiento.

Analizar los costos asociados al proyecto.

Los precios analizados contemplan el uso de maquinaria, herramientas y materiales necesarios para llevar a cabo el anteproyecto. Los precios utilizados son actualizados al mes de mayo de 2023, en donde se contempla el valor del producto sin Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA). Además, los valores no contemplan mano de obra para la operación por unidades (según lo estipulado en cada ítem), con la finalidad de analizar el Índice de Precios al Consumo (IPC), otorgando la capacidad de evaluar a un futuro la variación que se estima para los artículos presentados dentro del APU.

Realizar cronograma de actividades.

Se adjunta cronograma de actividades realizado en programa Project, se desglosa en partidas para el desarrollo del anteproyecto, donde se divide la reparación de la calle de estudio en 4 fases.

Analizar cronograma del proyecto, con su respectiva ruta crítica.

Para el caso de estudio presente, el anteproyecto inicia sus obras civiles en la recepción de permisos de edificación, el cual comienza con la intervención de la primera zona demarcada, la cual consta de un tramo de 100 metros de la calle de un total de aproximadamente 400 metros. La tarea crítica que se repite en las 4 demarcaciones del tramo es la colocación del hormigón que dura aproximadamente 1 día. El movimiento de la faena de trazado hace alusión al movimiento del cierre provisorio de obra, el cual se desplaza hacia el siguiente punto de demarcación. La obra en sí sigue una estructura lineal simple, con pocas subtareas que no tienen mayor influencia en las actividades principales de la obra.

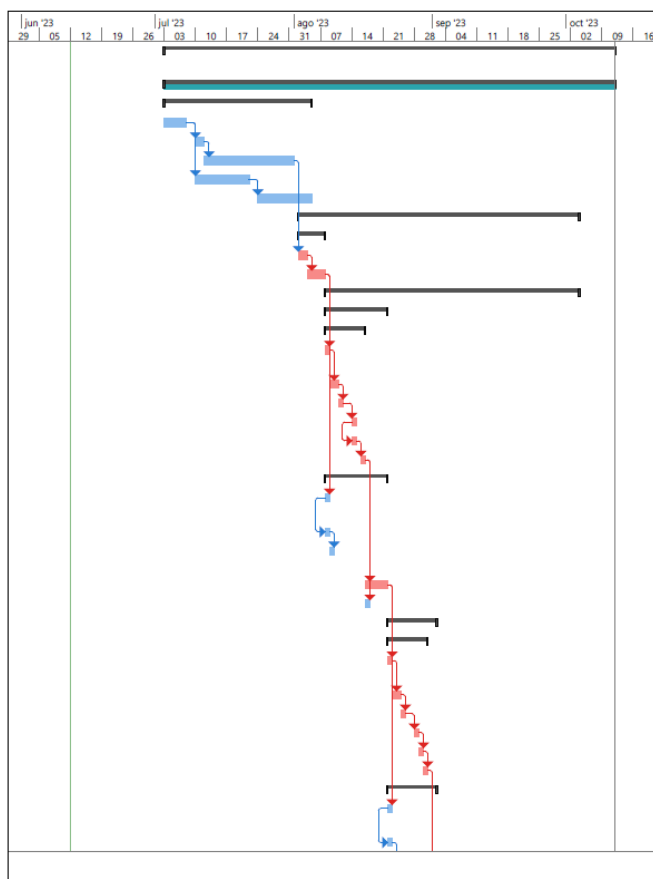


Figura 2.2.2.1. Ruta crítica de anteproyecto, elaboración propia, (2023).

2.2.3. Elaborar una guía para identificación de pavimentos en mal estado

Establecer los objetivos de la vía en la que realizar el mantenimiento.

La calle principal en la cual se basa este anteproyecto tiene como base su creación en hormigón, por lo cual los objetivos aplicados en esta guía solo aplican para este tipo de pavimentos.

Para aplicar los datos anteriores a un pavimento de hormigón, se deben cumplir los siguientes objetivos:

- La calzada del tramo de estudio debe presentar problemas visibles de forma superficial, tal como los problemas frecuentes vistos anteriormente.
- La calle debe ser de alto tránsito, y presentar problemas relacionados con el constante paso de vehículos (menores, medianos y mayores).
- La intervención de la calzada de estudio debe tener un impacto positivo en

Describir el proceso necesario y el alcance del mantenimiento.

Para realizar cualquier tipo de reparación y/o mantenimiento a una calle, se necesita evaluar su estado actual, para ello se debe definir un procedimiento y metodología de trabajo aplicado a lo que se busca realizar en la calzada.

Según lo anterior, se debe realizar una serie de ensayos definidos por el experto, tal como ensayos no destructivos en la calzada de estudio en caso de no poder intervenir en primera instancia de forma directa, en caso contrario se puede realizar otro tipo de ensayos destructivos, con el fin de definir la forma en que se actuará sobre el pavimento.

El mantenimiento y/o reparación de la calzada debe ser focalizado en las zonas de mayor deterioro, para dar nuevamente autonomía y durabilidad al pavimento intervenido. El alcance debe ser definido según el costo de la mantención total, comparado con la mantención por tramos, y los sectores de interés que suelen ser los más transitados vehicularmente hablando.

Crear estructura de trabajo y problemas frecuentes asociados.

Se debe definir las bases para el anteproyecto: utilizando los objetivos anteriores para el análisis de pavimentos, se establece la metodología de trabajo según el tipo de problema que presenta la calzada.

Para el inicio de un anteproyecto por reparación y/o mantención de una calzada de hormigón, se deben establecer las bases técnicas para el desarrollo futuro, en donde se crean las EE.TT. relacionadas a un proyecto de construcción.

Se define una base económica que podrá asegurar a futuro la prioridad o costos que tendrá la aplicación del anteproyecto, dando espacio para la inversión por parte del MINVU y de las Municipalidad en donde se aplique el anteproyecto.

La creación de un cronograma de trabajo permite el análisis de costos para mano de obra, además del tiempo de ejecución total, el cual debe considerar el paso de vehículos en un corto tiempo.

Los problemas frecuentes asociados a los anteproyectos son los siguientes:

- Alto tránsito vehicular que obliga al mandante a realizar los trabajos en calzada en corto tiempo.
- Los costos asociados a la mejora de pavimentos suelen ser elevados según la cantidad de metros a intervenir, por lo cual el trabajar por secciones permite asegurar la calidad del pavimento por mayor tiempo.
- Los ensayos aplicados a los pavimentos se restringen a ensayos no destructivos, de los cuales se cuentan con una gran diversidad aplicable, comenzando con la inspección visual del camino.

Análisis del anteproyecto

El anteproyecto realizado de conservación diferida del tramo de estudio de la calle Ignacio Carrera Pinto arrojó los siguientes resultados:

El tramo de estudio seleccionado presenta una gran serie de problemas, tanto superficiales como en profundidad, como lo son las fisuras superficiales y el desgaste medio que permite ver el material pétreo que lo compone. Las observaciones realizadas en la muestra fotográfica permiten realizar un estudio acerca de las reparaciones que deben llevarse a cabo previo a un repavimentado parcial de la calzada, tomando en cuenta las reparaciones anteriores que se encuentran en buen estado aún, y los bacheos que cumplieron su fecha límite de duración.

La creación de Especificaciones técnicas para el anteproyecto permite establecer las bases para una reparación acorde a las necesidades de la calzada, definiendo el material a utilizar, la forma en que el contratista deberá actuar en la obra y en la forma en que se hará la entrega final, guiando el anteproyecto a lo que será a futuro un proyecto realizable.

La previa reparación de las demarcaciones calificadas como importantes por su estado actual asegurará la calidad del anteproyecto entregado, debido a que no solo se extiende la vida útil y la serviciabilidad del pavimento, sino que también se disminuye la probabilidad de aparición de fallas, tales como escalonamientos, fisuras no controladas, etc.

La entrega de presupuestos y tiempos de plazos estimados permite establecer una base según el presupuesto estimado con el que la Municipalidad debe contar para presentar el proyecto real al Serviu, en base a esto se puede proyectar subida de costos a largo plazo, para comparar con el estado de la calle y evaluar cuando será necesario hacer una reparación de calzada del tramo seleccionado.

Con todo lo anterior, se establece que el estado de la calle aún no es crítico para llevar a cabo el anteproyecto realizado, pero con todos los datos obtenidos se puede evaluar el tiempo, costos, metodología y procedimientos a realizar para alargar la vida útil del pavimento.

Conclusiones

La expansión continua de la ciudad de La Calera crea la necesidad de establecer nuevas rutas de conexión de la zona central de la ciudad con la gente que vive en la periferia de ésta. Pero el crecimiento de la población también trae consigo el crecimiento del parque automotriz de la ciudad, lo cual se traduce en mayor circulación de vehículos livianos y medianos por las calles de una ciudad de más de 100 años de antigüedad, la cual además cuenta con pavimentos de hormigón creados para el bienestar y comodidad de los transeúntes y conductores que viven y transitan por La Calera.

Es debido a lo anterior que se decide evaluar la calle Ignacio Carrera Pinto, eligiendo el tramo con más puntos de interés, al mismo tiempo que el que mas reparaciones y/o bacheos ha presentado, con tal de evaluar los costos, procedimientos y tiempos relacionados con la reparación de la calzada de la calle.

La toma fotográfica de las fallas que presenta la calle permite tener registro acerca del estado de ésta, y como ha ido avanzando este desgaste con el tiempo, se puede evaluar los procedimientos con cada una de estas fallas, evaluando el nivel de urgencia con el que se debe tratar o reparar, permitiendo la entrega de una calzada de mejor nivel y estado.

La creación de EE.TT. para las obligaciones que tendrá el contratista con el mandante con la realización de la obra permite establecer las bases para un trabajo de calidad, en donde ambas partes colaboran para definir las mejores soluciones para el tratamiento de la calzada.

Los tiempos de entrega y los costos relacionados al anteproyecto permitieron establecer el presupuesto con el que se debe contar actualmente para su materialización, el cual debe ser entregado al Serviu para ser aprobado y luego licitado. Se establecen los costos con los valores reales, acotados solo a fecha límite de abril, con tal de tener un presupuesto más real que pueda ser analizado.

Finalmente, el tramo seleccionado no necesita de reparación a corto plazo, esto debido a su estado actual, en donde las fallas y problemas que presenta no pasan del nivel crítico de urgencia, por lo cual puede ser aplazado, utilizando los datos obtenidos en el presente informe, comparando la subida de precios que se presencia actualmente a nivel país. Esto permite la evaluación continua de la calzada del tramo de estudio, para luego ajustar los valores y llevar a cabo el anteproyecto.

Este informe permite evaluar tiempos de aplicación del anteproyecto, dependiendo del estado de la serviciabilidad de la calzada.

Bibliografía

AEISA. (s.f.). *Inspección visual: aprende a realizarla y conoce sus ventajas*. Recuperado de: <https://www.aeisa.com.mx/inspeccion-visual/>

Alfaro, M. (4 de mayo de 2015). *Ventajas comparativas entre pavimentos de concreto y pavimentos de asfalto*. ASOCCEM. <http://www.asocem.org.pe/noticias-internacionales/ventajas-comparativas-entre-pavimentos-de-concreto-y-pavimentos-de-asfalto>

Apostolidis, P., Liu, X., Erkens, S., Scarpas, A. (20 de julio de 2020). *Characterization of epoxy-asphalt binders by differential scanning calorimetry*. Construction and Building Materials. Recuperado en diciembre de 2022 de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820308059?via%3Dihub>

Biblioteca del Congreso Nacional. (s.f.). *Relieve región de Valparaíso. Chile nuestro país*. Información territorial. <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region5/relieve.htm>

Biblioteca del Congreso Nacional. (2021). *La Calera, reporte comunal*. Biblioteca del Congreso Nacional. https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021&idcom=5502

Cabrera, M. (9 de diciembre de 2016). *La Calera: Municipio Anuncia desvíos de tránsito por trabajos en calle Carrera*, Mas Noticia. <https://www.masnoticia.cl/2016/12/09/la-calera-municipio-anuncia-desvios-de-transito-por-trabajos-en-calle-carrera/>

EMBConstrucción. (junio de 2003). *¿Por qué preferir un pavimento de hormigón?*. <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=2199&ni=por-que-preferir-un-pavimento-de-hormigon>

Gutiérrez, Y. (agosto de 2022). *Análisis de la evolución del mercado automotriz en Chile*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://acortar.link/Uy592n>

IBM. (2023). *¿Qué es la inspección visual?* Recuperado de: <https://www.ibm.com/es-es/topics/visual-inspection>

Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación. (24 de septiembre de 2018). *Ley 8946 / Decreto 1122 / Fija texto definitivo de las leyes de pavimentación; comunal*. Biblioteca del Congreso Nacional. Recuperado en diciembre de 2022 de: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=25880>

Quintana, A. (1904-1972). [Vista aérea de La Calera] [fotografía] Antonio Quintana. Archivo Fotográfico. Disponible en Biblioteca Nacional Digital de Chile <http://www.bibliotecanacionaldigital.gob.cl/bnd/629/w3-article-622144.html> Accedido el 01/12/2022.

Wang, Y., Lai, X., Zhou, F., Xue, J. (10 de febrero de 2020). *Evaluation of pavement skid resistance using surface three-dimensional texture data*. Bioactive Coatings and Biointerfaces. Recuperado en diciembre de 2022 de: <https://www.mdpi.com/2079-6412/10/2/162>

Weather Spark. (2022). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en La Calera*. Recuperado en diciembre de 2022 en: <https://es.weatherspark.com/y/25819/Clima-promedio-en-Hacienda-La-Calera-Chile-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Anexos

Anexo 1: Especificaciones Técnicas de anteproyecto

La Calera, Julio del 2023.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA REPARACIÓN Y REPAVIMENTACIÓN DE CALZADA DE CALLE PÚBLICA EN LA COMUNA DE LA CALERA

OBRA : REPARACIÓN Y REPAVIMENTACIÓN DE CALZADA.
UBICACIÓN : CALLE IGNACIO CARRERA PINTO
COMUNA : LA CALERA.

ÍNDICE

0. GENERALIDADES	42
0.1 NORMATIVA DE REFERENCIA	43
0.2 LIBRO DE OBRA	43
0.3 CUBICACIONES	43
0.4 EMPALMES PROVISORIOS	43
0.5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN	44
0.6 MODIFICACIONES	44
1. OBRAS PREVIAS	45
1.1. Trabajos preliminares	45
1.2. Trazados y niveles	45
1.3. Cierros y medidas de protección	45
1.4. Construcciones provisorias	45
1.4.1. Instalación de faenas	45
2. OBRAS CIVILES	46
2.1. Excavación, movimiento de tierra y acarreo del material	46
2.1.1. Movimientos de tierra	46
2.1.2. Excavaciones	46
2.1.2.1. <i>Excavaciones manuales</i>	46
2.1.2.2. <i>Excavaciones con Maquinaria</i>	47
2.1.3. Acarreo de Material	48
2.2. Pavimento de hormigón	49
3. ASEO Y ENTREGA FINAL	49

0. GENERALIDADES

El Proyecto objeto de esta solicitud de aprobación de Permiso de Edificación, se refiere a la reparación y repavimentación de calzada de la calle Ignacio Carrera Pinto, correspondiente al tramo de 380 metros comenzando desde la intersección de calle Ignacio Carrera Pinto #178 con calle Carrera #34, atravesando la intersección con calle Teniente Luis Cruz Martínez #101, continuando por la curva interior de Ignacio Carrera Pinto hasta la intersección con calle Pérez Canto #601 - #400, hasta terminar en la intersección de calle Carrera #34 con calle Ignacio Carrera Pinto #600. La calle a efectuarse dichas labores es un espacio de uso libre para la comunidad de La Calera y alrededores.

Esta actividad ocupa por espacio de intervención una superficie de terreno de 4.560 m² aproximadamente, aledaña a puntos de interés como colegios, juzgado de policía local, plaza, parroquia y residentes.

Para el desarrollo de las actividades, se utilizarán diversas instalaciones, construcciones y recintos necesarios para la administración de la actividad, consisten en dos módulos de estructura metálica y contenedor de tipo marítimo, con una superficie total a instalar de 29,7 m² en un nivel, de tipo metálico, móvil, e instalados sobre pilotes de hormigón móviles.

Este Permiso de Edificación, se tramitará ante la Dirección de Obras de acuerdo a lo indicado en la O. G. U y C.

Las características técnicas constructivas de las instalaciones, para objeto de su especificación se tratará de:

REPARACIÓN Y TRATAMIENTO DE REPAVIMENTACIÓN APLICADO A TRAMO DE ESTUDIO DE LA CALLE IGNACIO CARRERA PINTO.

Las obras se ejecutarán de acuerdo con los proyectos de Arquitectura, Estructura, Especialidades, y sus anexos técnicos. Todos los elementos y procesos constructivos por utilizar en la realización de la obra deberán cumplir con lo establecido por los respectivos proveedores, y de acuerdo con las prácticas establecidas para la construcción.

Las presentes Especificaciones Técnicas se complementan con las normas oficiales NCh vigentes del Instituto de Normalización Nacional (INN), Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) y con los planos de Arquitectura, Estructura e Instalaciones.

Los materiales que se especifican para las obras definitivas se entienden de primera calidad dentro de su especie conforme a las normas y según indicaciones de fábrica.

En caso de que se especifique una marca de fábrica para un determinado material, se entiende como una mención referencial, el contratista podrá proponer el empleo de una marca de alternativa, siempre y cuando su calidad técnica sea igual o superior a la especificada. La opción de la marca alternativa propuesta deberá ser sometida

oportunamente a consideraciones del ITO para su aprobación o rechazo, quien decidirá al respecto.

0.1 NORMATIVA DE REFERENCIA

La construcción se ceñirá en cuanto a calidad, tipo de materiales y sistemas constructivos, a lo establecido en la normativa vigente, incluyéndose en ello las normas INN. Las instalaciones, por su parte, deberán regirse a los reglamentos de los servicios respectivos o instancias especiales que corresponda, y ser sometidas a las pruebas pertinentes para su recepción, lo cual deberá ser certificado por organismo correspondientes, de acuerdo con las solicitudes presentadas por el mandante.

0.2 LIBRO DE OBRA

Deberá existir un Libro de Obras Foliado que cuente con un mínimo de 3 copias, el cual deberá permanecer en la oficina y en el que se indicará diariamente la obra ejecutada, ordenes, especificaciones, etc., así como las observaciones del arquitecto o ingeniero estructural.

En él se indicarán además todas las observaciones que haga el mandante, quien no podrá realizar modificaciones técnicas si no se cuenta con el Visto Bueno (V°B°) profesional que corresponda, además de que todas las instrucciones al personal de la obra les deberán ser comunicadas por el responsable técnico de estas, o quien lo reemplace ante una eventual ausencia.

0.3 CUBICACIONES

Todas las cantidades o cubicaciones que aparecen en los planos, EE.TT. y anexos, solo son a título de orientación y no tienen validez contractual, pues el contratista deberá estudiar su propuesta sobre la base de sus propias cubicaciones.

0.4 EMPALMES PROVISORIOS

El contratista deberá instalar de forma provisoria, durante el tiempo que demore la construcción, conexión a la red de agua potable, habilitándola posteriormente para el abastecimiento de la obra. Los empalmes provisorios serán de su cargo, así mismo el retiro de ellos.

El costo de los consumos y derechos que deriven de estas instalaciones será de cargo del contratista, hasta que la recepción provisoria de las obras una vez cumplidas las observaciones técnicas.

0.5 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Todo trabajador deberá contar en todo momento con sus Elementos de Protección Personal (EPP) necesarios, según lo que establece la normativa chilena, esto es: casco de seguridad, zapatos de seguridad, chaleco reflectante, protector solar uv, arnés de seguridad (en caso de trabajos en altura), lentes de seguridad, etc. Cada una de las medidas de seguridad serán revisadas por el Experto en Prevención de Riesgos. Cualquier falta a dichas medidas por parte del trabajador será causal para paralizar sus funciones en faena o no permitir su paso a ésta, hasta que cumpla con todas las medidas de seguridad. En caso de falta recurrente, se optará por paralizar sus funciones definitivas por no cumplimiento de contrato.

Será responsabilidad del contratista mantener todas las normas de seguridad correspondientes a este tipo de trabajo, incluyéndose las indicaciones especiales del mandante sobre el particular. Se deberán mantener las normas de seguridad correspondientes referidas en este caso a las guías técnicas preparadas por el DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD de la MUTUAL DE SEGURIDAD y/o ASOCIACIÓN CHILENA DE SEGURIDAD, para este tipo de trabajo, en lo que respecta a inspecciones previas y detenidas del sector antes de iniciar cada faena, informar a transeúntes, trabajadores o público acerca de eventuales peligros, mediante letreros, afiches, etc.; atenerse a normas vigentes sobre excavaciones, andamios, plataformas adecuadas, pasarelas con pasamanos, vías de acceso y evacuación, etc.; además de indicaciones especiales del mandante sobre el particular.

0.6 MODIFICACIONES

El mandante por intermedio de la ITO y los arquitectos se reserva el derecho de hacer modificaciones en la obra, sean estos aumentos o disminuciones o simples cambios, debiendo el contratista aceptarlo y haciendo para cada cambio que signifique un aumento o disminución de costo un presupuesto detallado con justificación de precios. La modificación será ejecutada una vez que el mandante y la ITO acepten el presupuesto correspondiente.

Cualquier modificación en obra de estas Especificaciones Técnicas o a cualquier plano o antecedente del proyecto, deberá ser aprobado por Inspección Técnica de Obra (ITO) y por los profesionales responsables del proyecto, quienes tienen la facultad de aprobar o rechazar las eventuales modificaciones.

1. OBRAS PREVIAS

1.1. Trabajos preliminares

Se contempla limpieza general del terreno de toda área a trabajar y la delimitación preventiva del espacio de trabajo.

Todo material retirado o extraído del recinto, debe ser recopilado en un área de menor riesgo y de fácil extracción por un camión recolector determinado por el contratista.

1.2. Trazados y niveles

La empresa contratista se hará responsable del trazado de la obra. Se realizará el trazado según los planos de arquitectura y cálculo, siguiendo las indicaciones del arquitecto o Ingeniero a cargo, quienes deberán aprobar los trazados y niveles, previa rectificación de estos últimos en terreno.

El NPT $\pm 0,00$ del proyecto se determinará en presencia de la ITO.

El contratista deberá hacer un trazado de demarcado de cada una de las estaciones o puntos de actividades.

En cualquier etapa de la construcción deben hacerse verificaciones que aseguren el correcto emplazamiento de los distintos elementos de la obra.

1.3. Cierros y medidas de protección

Toda el área de construcción se cercará mediante cierros que optimicen y aseguren la seguridad de todas las personas que asisten al establecimiento y no interfiera al desarrollo de actividades cotidianas del establecimiento. Este cierre debe obedecer la norma NCh 348 Of. 1999, siendo certificada su estabilidad por un profesional habilitado.

1.4. Construcciones provisionales

1.4.1. Instalación de faenas

El contratista deberá contemplar dentro de su instalación de faenas la ejecución de los cierros provisionales pertinentes como el portón de acceso principal a obra.

Además, deberá de proveer a sus trabajadores zonas de descanso y comedor, baños, vestidores, además de colocar una bodega si así lo necesita. Debe considerar la colocación de una caseta para guardia en la entrada de la obra.

2. OBRAS CIVILES

2.1. Excavación, movimiento de tierra y acarreo del material

La empresa constructora deberá realizar todos los movimientos de tierra necesarios para dejar el terreno en su forma definitiva que indican los planos respectivos, tales como excavaciones, taludes, drenajes, extracciones, rellenos, tendido de instalaciones, rebaje y preparación de la subbase para camino de vehículos y peatones, etc. La empresa constructora será responsable de los eventuales daños que, por efecto del movimiento de tierra, pueda ocasionar en las edificaciones existentes o vecinas.

Se debe considerar lo siguiente:

- a) Realizar los rellenos compactados alrededor de las fundaciones y paramentos exteriores.
- b) Concretar las losas especificadas en planos.

2.1.1. Movimientos de tierra

Se consultan los rellenos y rebajes interiores necesarios para dejar el terreno de acuerdo con las cotas de nivel que aparecen en los planos.

Deberá, además, efectuarse los rellenos de las excavaciones cuando estos sean más anchos que los cimientos, para dar cabida a las zarpas.

En todos los casos será responsabilidad del contratista, la verificación de los niveles del terreno natural y excavado. El nivel definitivo del terreno del contorno de las oficinas, plantas, etc., no podrán estar a otra altura que la señalada en los planos.

2.1.2. Excavaciones

La geometría de las excavaciones deberá respetar lo indicado en el proyecto de cálculo.

Se deben considerar las siguientes conexiones subterráneas:

- Alcantarillado existente en calzada

Se realizará la excavación a mano o con maquinaria según el volumen de material que se debe extraer, se verificará una terminación de fondo horizontal y paredes rectas y verticales con una profundidad mínima de 50 cm con respecto al nivel de piso terminado.

2.1.2.1. Excavaciones manuales

El corte de terreno manual destinado a excavaciones menores de 30cm, se realizará con herramientas, todas debidamente operativas y almacenadas de manera tal que

mantengan condiciones de higiene, seguridad, orden y organización, el personal utilizará guantes anticorte nivel 5.

El perfilado del terreno se realizará con mano de obra no calificada, según se indique en los planos de construcción de las Obras Civiles para la planta de concreto, el desarrollo de sus trabajos estará bajo supervisión permanente.

El material producto de la excavación será colocado de manera tal, que permita la libre circulación de las personas, su ubicación será equivalente a la mitad de la profundidad de la excavación, pero no a una distancia menor a 1m del borde de la excavación, este a su vez estará delimitado con cintas amarillas y mallas naranjas de seguridad, que restringen el ingreso de personal no relacionado con la actividad.

2.1.2.2. Excavaciones con Maquinaria

El operador debe asegurar que antes de prender la máquina, nadie debe estar cerca o en el radio de giro del equipo.

Debe mantener una distancia de seguridad de los bordes de las crestas, áreas salientes y resbalosas.

Para operar la excavadora, ésta debe posicionarse en superficie estable y con las orugas o llantas alineadas hacia el lugar donde se excava. No se debe excavar o levantar material con la pluma girada respecto a la dirección de las orugas o de las llantas, según el caso.

En lo posible en taludes, trabaje en la línea de máxima pendiente, conformando una plataforma bien compactada para realizar los giros necesarios. No debe cargar por el lado ciego, deberá hacerlo por el lado donde tiene mayor visibilidad.

La pendiente máxima de desplazamiento de la excavadora es de 40°.

Para iniciar el llenado de la tolva de un volquete la excavadora deberá de estar sobre una base completamente horizontal, el material se encontrará acumulado de tal manera que el talud no llegue a los 90° de inclinación. El operador del equipo no debe iniciar el llenado de la tolva de un camión volquete si su operador no se encuentra dentro de su vehículo o alejado del mismo. El llenado de tolvas debe efectuarse uniformemente, con el material más grueso en la parte inferior y sin encimar material sobre el nivel de estas. Se debe cargar por el lado del operador del volquete y sin cruzar el lampón sobre la cabina de este.

El corte de terreno con maquinaria se realizará según los niveles indicados en los planos.

Para las excavaciones mayores a 30cm, según la designación del suelo sea tipo A, B o C, se considerará la ubicación del material removido a una distancia no menor de 1m, desde el borde de la excavación y en proporción a la profundidad de la excavación de 1 por 1.

Tanto el ingreso como salida de las excavaciones contarán con los accesos permisibles, tales como escaleras, pasarelas, etc., debidamente cercados con las barandas rígidas respectivas.

Toda excavación contará con un vigía debidamente capacitado, el vigía contará con una radio al igual que el operador de la excavadora para las comunicaciones, además de un silbato y las paletas de pare y siga.

Se respetarán las distancias respectivas entre la persona y la retroexcavadora, tal como indica el Estándar de Movimiento de Tierras.

El operador de la retroexcavadora contará con el curso de manejo defensivo respectivo, eso implica la verificación de operatividad, la inspección del pre-uso y la lista de chequeo respectiva.

La retroexcavadora contará con los implementos de seguridad necesarios (conos, tacos, extintor), así como el rotulo de la distancia requerida de separación por los trabajos que ejecuta.

Los equipos se mantendrán las luces y circulinas encendidas de forma permanente durante sus trabajos.

Las cabinas o techos antivuelco de la excavadora deberán ser certificados.

2.1.3. Acarreo de Material

El traslado o acarreo de material con la retroexcavadora serán colocados y apilados de manera tal que no sobrepasen 1m de altura.

El acarreo y/o eliminación proveniente de la excavación se realizará en zonas debidamente indicadas y aprobadas por el cliente y las normativas de seguridad, por medio del cargador frontal o camión volquete entre 18m³ a 20m³.

El operador, antes de iniciar su marcha hacia delante, tendrá que tocar la bocina dos veces y cuando de marcha hacia atrás lo hará tres veces, se deberá activar la alarma de retroceso de manera automática además de tener las luces de los faros y su luz estroboscópica activada.

Siempre que el volquete retroceda para carguío, el operador estará atento a la señal del equipo de carguío que comúnmente es dos toques de bocina.

El volquete iniciará su descarga en el botadero obedeciendo el llamado del cuadrador y lo hará hasta que el cono de seguridad colocado por el mismo cuadrador en el punto de descarga de la plataforma quede en el centro del eje tándem (tercera rueda), luego levantará la tolva, la descarga termina cuando el volquete baje la tolva y se marche del área de descarga haciendo sonar su bocina dos veces.

Nadie debe permanecer en las proximidades del volquete cuando este tenga la tolva levantada en un radio de 15 metros como mínimo. El cuadrador siempre deberá salir hacia adelante del volquete para tener contacto visual con el operador.

Cuando se requiera dar una nueva instrucción o cambio de orden, el supervisor solicitará detener el equipo y hacer descender al operador para lograr una comunicación más efectiva; este a su vez apagará su volquete, lo asegurará con el Breaker, descenderá y colocará su taco de seguridad. El operador nunca recibirá instrucción cuando se encuentre dentro de su cabina, el volquete en marcha o detenido con el motor activo.

En caso de ocurrencia de falla mecánica del equipo, el operador detendrá por completo su unidad y dará aviso al supervisor para que se comunique con mantenimiento y pueda ser revisado lo más pronto posible, es importante colocar conos de seguridad con cinta reflectiva y activar las luces intermitentes de emergencia para alertar que se encuentra detenido en ruta a los demás operadores y usuarios de la vía o acceso.

En caso de presencia de clima adverso en las operaciones, el operador recibirá la indicación su supervisión a cargo de retirarse del área de trabajo.

La conducción en zonas donde hay presencia de peatones se realizará a una velocidad moderada de tal manera que no se tenga que hacer una maniobra en caso de cruce intempestivo de los mismos.

2.2. Pavimento de hormigón

Se aplicarán mejoras al pavimento existente en el tramo de estudio antes mencionado, donde se ubicarán las losas de hormigón reparadas anteriormente por la Municipalidad de La Calera, y se aplicarán soluciones a puntos críticos que deberán ser tratados con anticipación previo repavimentado de las losas más dañadas.

Las instalaciones colocadas no serán parte en ningún momento de la obra terminada.

El hormigón por utilizar será un Hormigón simple, de resistencia específica (MPa) G25, fracción sin defectos del 90%, tamaño máximo nominal de 20, y tamaño de cono 8 (G25.0(90)20/08).

Para el correcto curado del hormigón se considera la utilización del compuesto CAVE CUR-A en base acuosa para evitar la evaporación del agua de amasado y secado prematuro del hormigón por efecto del sol y viento (se considerará 200 gr/m²), se debe aplicar mediante pulverizador.

3. ASEO Y ENTREGA FINAL

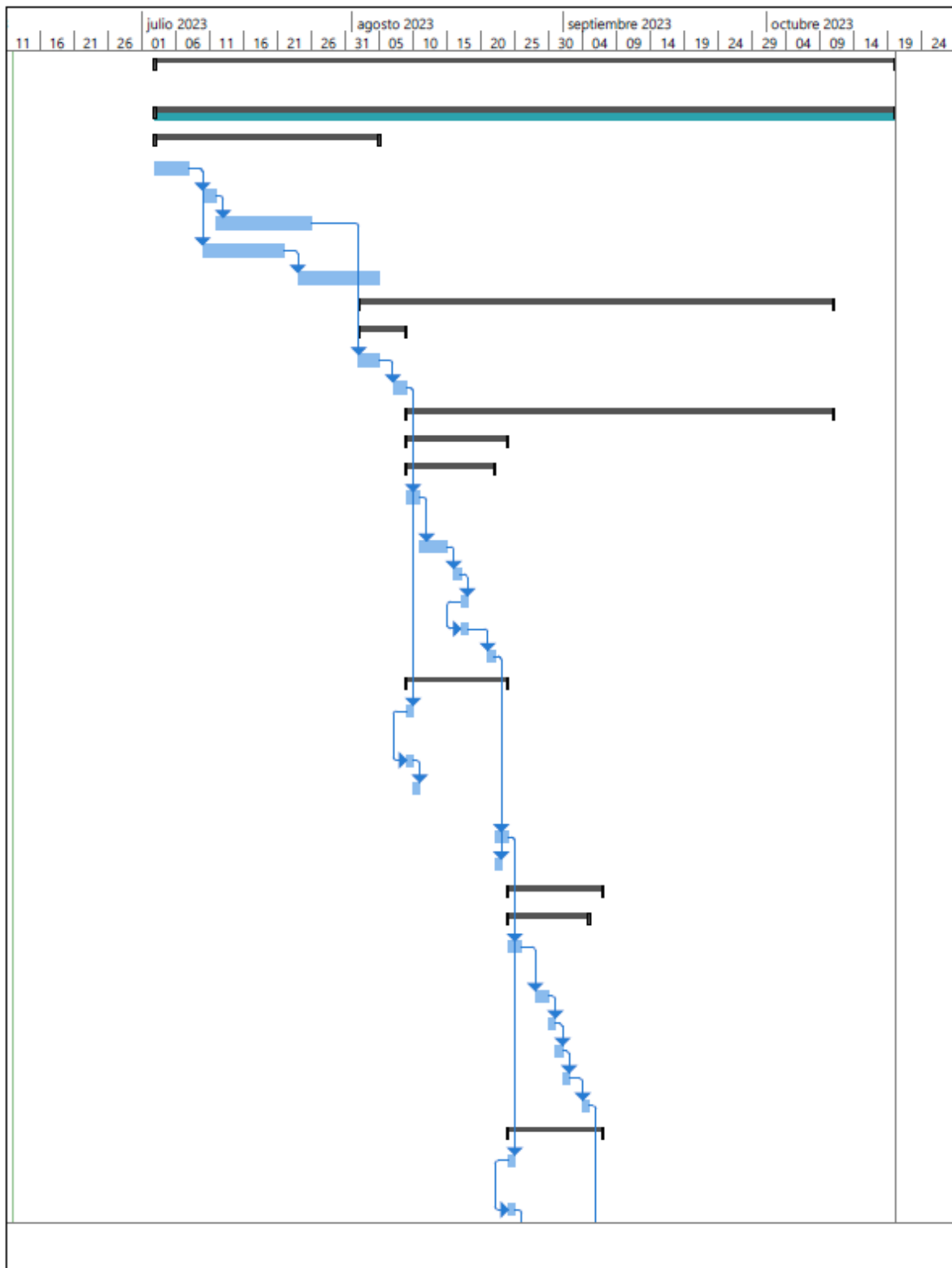
La obra deberá entregarse en perfectas condiciones de aseo y limpieza tanto por el interior del recinto como por el exterior.

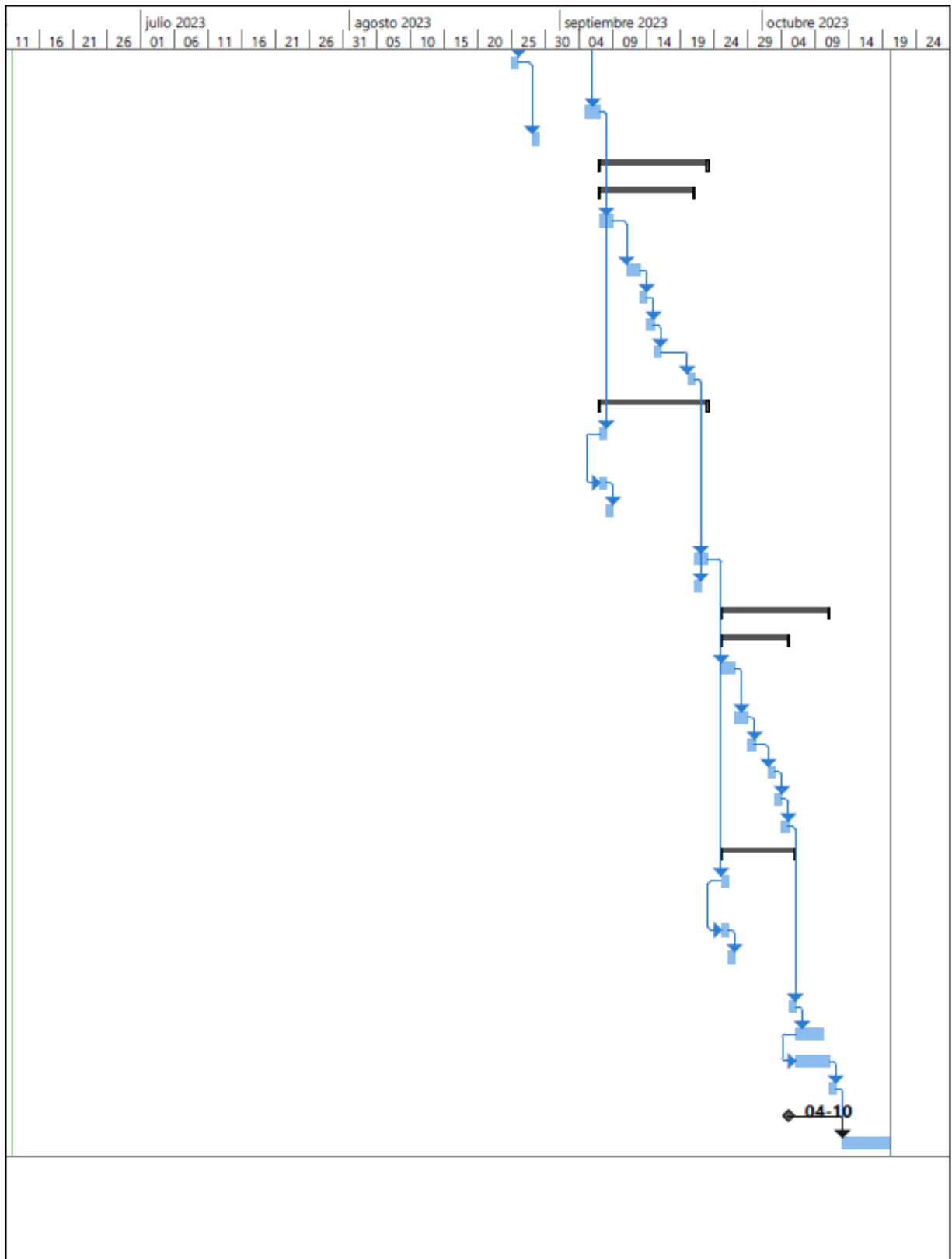
Durante el transcurso de la obra, el aseo se mantendrá en forma constante y adecuada, evitando la acumulación de escombros y desechos en cualquier lugar de las construcciones o del terreno, como así mismo, se deberá mantener el riego necesario para evitar la propagación y contaminación de polvo.

Anexo 2: Cronograma de trabajo

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	enero 2023						
					28	02	07	12	17	22	28
1		Días Corridos (Anteproyecto + OOC + Entrega)	109 días	lun 03-07-23							
2		Días Habiles	74 días	lun 03-07-23							
3		Anteproyecto	25 días	lun 03-07-23							
4		Definición Lay Out	5 días	lun 03-07-23							
5		Presupuesto Capex (preliminar)	2 días	lun 10-07-23							
6		Presupuesto Final y EETT	10 días	mié 12-07-23							
7		Carpeta Permiso Edificación	10 días	lun 10-07-23							
8		Autorización Permiso Construcción	10 días	lun 24-07-23							
9		Construcción y Montaje	46 días	mié 02-08-23							
10		Obras Previas	5 días	mié 02-08-23							
11		Instalación de Faenas	3 días	mié 02-08-23							
12		Trazados y Niveles	2 días	lun 07-08-23							
13		Obras Civiles	41 días	mié 09-08-23							
14		Demarcación tramo 1	9 días	mié 09-08-23							
15		Rotura de pavimentos	7 días	mié 09-08-23							
16		Rotura pavimento zonas demarcadas	2 días	mié 09-08-23							
17		Excavación zona de rotura	2 días	vie 11-08-23							
18		Remoción de material	1 día	mié 16-08-23							
19		Compactación capa subbase	1 día	jue 17-08-23							
20		Compactación capa base	1 día	jue 17-08-23							
21		Colocación hormigón	1 día	lun 21-08-23							
22		Fisuras	9 días	mié 09-08-23							
23		Demarcación de pavimentos fisurados	1 día	mié 09-08-23							
24		Cincelado de fisuras	1 día	mié 09-08-23							
25		Hormigonado de sectores fisurados	1 día	jue 10-08-23							
26		Movimiento faena de trazo	2 días	mar 22-08-23							
27		Cortado losa de concreto	1 día	mar 22-08-23							
28		Demarcación tramo 2	10 días	jue 24-08-23							
29		Rotura de pavimentos	8 días	jue 24-08-23							
30		Rotura pavimento zonas demarcadas	2 días	jue 24-08-23							
31		Excavación zona de rotura	2 días	lun 28-08-23							
32		Remoción de material	1 día	mié 30-08-23							
33		Compactación capa subbase	1 día	jue 31-08-23							
34		Compactación capa base	1 día	vie 01-09-23							
35		Colocación hormigón	1 día	lun 04-09-23							
36		Fisuras	10 días	jue 24-08-23							
37		Demarcación de pavimentos fisurados	1 día	jue 24-08-23							
38		Cincelado de fisuras	1 día	jue 24-08-23							

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	enero 2023						
						28	02	07	12	17	22	28
39			Hormigonado de sectores fisurados	1 día	vie 25-08-23							
40			Movimiento faena de tra	2 días	mar 05-09-23							
41			Cortado losa de concreto	1 día	lun 28-08-23							
42			Demarcación tramo 3	10 días	jue 07-09-23							
43			Rotura de pavimentos	8 días	jue 07-09-23							
44			Rotura pavimento zonas demarcadas	2 días	jue 07-09-23							
45			Excavación zona de rotur	2 días	lun 11-09-23							
46			Remoción de material	1 día	mié 13-09-23							
47			Compactación capa subb	1 día	jue 14-09-23							
48			Compactación capa base	1 día	vie 15-09-23							
49			Colocación hormigón	1 día	mié 20-09-23							
50			Fisuras	10 días	jue 07-09-23							
51			Demarcación de pavimentos fisurados	1 día	jue 07-09-23							
52			Cincelado de fisuras	1 día	jue 07-09-23							
53			Hormigonado de sectores fisurados	1 día	vie 08-09-23							
54			Movimiento faena de tra	2 días	jue 21-09-23							
55			Cortado losa de concreto	1 día	jue 21-09-23							
56			Demarcación tramo 4	12 días	lun 25-09-23							
57			Rotura de pavimentos	8 días	lun 25-09-23							
58			Rotura pavimento zonas demarcadas	2 días	lun 25-09-23							
59			Excavación zona de rotur	2 días	mié 27-09-23							
60			Remoción de material	1 día	vie 29-09-23							
61			Compactación capa subb	1 día	lun 02-10-23							
62			Compactación capa base	1 día	mar 03-10-23							
63			Colocación hormigón	1 día	mié 04-10-23							
64			Fisuras	9 días	lun 25-09-23							
65			Demarcación de pavimentos fisurados	1 día	lun 25-09-23							
66			Cincelado de fisuras	1 día	lun 25-09-23							
67			Hormigonado de sectores fisurados	1 día	mar 26-09-23							
68			Cortado losa de concreto	1 día	jue 05-10-23							
69			Limpieza obra	2 días	vie 06-10-23							
70			Extracción de cierre perime	3 días	vie 06-10-23							
71			Entrega y Recepción	1 día	mié 11-10-23							
72			Entrega Final Proyecto	0 días	mié 04-10-23							
73			Recepción de Obras en la DOM	5 días	vie 13-10-23							





Anexo 3: Análisis de precios unitarios relacionados al anteproyecto

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
A.1. CONTENEDORES PROVISORIOS (ARRIENDO)		1	mes		
	OFICINA DE OBRA	1	uni	\$ 200.000	\$ 200.000
	OFICINA SUPERVISOR	1	uni	\$ 200.000	\$ 200.000
	COMEDOR	1	uni	\$ 230.000	\$ 230.000
				TOTAL	\$ 630.000
A.2. CIERRE PERIMETRAL		1	ml		
	PLACA OSB 11.1mm 1,22 x 2,44 m	0,9	placa	\$ 5.710	\$ 5.139
	TORNILLO VOLCANITA DE 1 1/2"	25	c/u	\$ 8	\$ 200
	PINO BRUTO 2 x 2 x 3,20 m	0,93	pieza	\$ 1.000	\$ 930
	PINO BRUTO 1 x 4 x 3,20 m	1,22	pieza	\$ 990	\$ 1.208
				TOTAL	\$ 7.477
A.3. LETRERO DE OBRAS		1	uni		
	PLACA OSB 15x1220x2440mm	2	placa	\$ 11.542	\$ 23.084
	PERFIL CUADRADO 75x75x2mm (6 metros)	3,7	uni	\$ 20.145	\$ 74.537
	PERFIL CUADRADO 100x100x3mm (6 metros)	2	uni	\$ 46.258	\$ 92.516
	VINILO IMPRESO	8	m2	\$ 8.900	\$ 71.200
	HORMIGÓN HN15	0,2	m3	\$ 49.890	\$ 9.978
				TOTAL	\$ 271.315
A.4. TRAZADOS Y NIVELES		1	m2		
	1x8" x 3,2m PINO DIMENSIONADO SECO	0,32	c/u	\$ 2.879	\$ 921
	PINO CUARTÓN 4x4" x 3,20m	0,14	uni	\$ 2.490	\$ 349
	CLARO CORRIENTE 3"	0,001	c/u	\$ 18.758	\$ 19
	ALAMBRE NEGRO #14 37m/kg	0,001	kg	\$ 49.528	\$ 50
				TOTAL	\$ 1.338
B.1. EXCAVACIONES		1	m3		
	EXCAVADOR	0,32	día	\$ 21.360	\$ 6.835
	RETROEXCAVADORA CAT. 416	0,2	hr	\$ 23.500	\$ 4.700
	DESGASTE DE HERRAMIENTAS	8	%		\$ 923
				TOTAL	\$ 12.458
B.2. RETIRO DE ESCOMBROS		1	m3		
	DERECHO A BOTADERO	1,4	m3	\$ 2.500	\$ 3.500
	RETROEXCAVADORA CAT. 416	0,09	hr	\$ 23.500	\$ 2.115
	CAMIÓN TOLVA 14m3	0,1	hr	\$ 30.000	\$ 3.000
				TOTAL	\$ 8.615

B.3.	ESTABILIZADO Y COMPACTADO	1	m3		
	ESTABILIZADO 1 1/2	1,2	m3	\$	8.756
	PLACA COMPACTADORA 2.000kg	0,18	día	\$	5.500
				TOTAL	\$ 11.497
B.4.	HORMIGÓN HN30	1	m3		
	HORMIGÓN ESTRUCTURAL HN30	1	m3	\$	84.560
	PÉRDIDAS	5	%		\$ 4.228
				TOTAL	\$ 88.788
B.5.	CINCELADO DE PAVIMENTO	1	m2		
	CINCEL PLANO SDS MAX 14x300x20mm	0,07	hr	\$	2.366
	MARTILLO DEMOLEDOR HEX GLADIATOR MD 1700W	0,07	hr	\$	5.000
				TOTAL	\$ 516
B.6.	HERRAMIENTAS CORTE DE PAVIMENTO	1	ml		
	CORTADOR DE PAVIMENTO	0,07	hr	\$	25.210
	DISCO DE CORTE ADIAMANTADO	0,07	hr	\$	8.100
				TOTAL	\$ 2.332

PRESUPUESTO DETALLADO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
A.	INSTALACIÓN DE FAENA				
A.1.	CONTENEDORES PROVISORIOS (ARRIENDO)	mes	4	\$ 630.000	\$ 2.520.000
A.2.	CIERRE PERIMETRAL	ml	240	\$ 7.477	\$ 1.794.432
A.3.	LETRERO DE OBRAS	gl	1	\$ 271.315	\$ 271.315
A.4.	TRAZADOS Y NIVELES	m2	4500	\$ 1.338	\$ 6.021.747
B.	OBRA GRUESA				
B.1.	EXCAVACIONES	m3	55	\$ 12.458	\$ 685.191
B.2.	RETIRO DE ESCOMBROS	m3	55	\$ 8.615	\$ 473.825
B.3.	ESTABILIZADO Y COMPACTADO	m3	48	\$ 11.497	\$ 551.866
B.4.	HORMIGÓN HN30	m3	14	\$ 88.788	\$ 1.243.032
B.5.	CINCELADO DE PAVIMENTO	m2	1220	\$ 516	\$ 629.056
B.6.	CORTADOR HORMIGÓN	m2	100	\$ 2.332	\$ 233.170
		GASTOS GENERALES		25%	\$ 3.605.908
		UTILIDADES (APROX.)		10%	\$ 1.442.363
		SUMA			\$19.471.905
		IVA		19%	\$ 3.699.662
		TOTAL			\$23.171.567

