

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

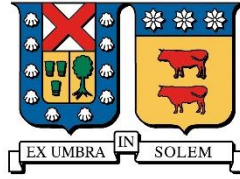
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES

**AJUSTE, APLICACION Y SENSIBILIZACION DE
METODOS DE VALORIZACION DE LOS ACTIVOS
VIALES DE PASARELAS PEATONALES
CONCESIONADAS**

RUDY ALBERTO SEGURA ITURRIETA

Ingeniero Civil
Magíster en Ciencias de la Ingeniería Civil

Agosto de 2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES

**AJUSTE, APLICACION Y SENSIBILIZACION DE
METODOS DE VALORIZACION DE LOS ACTIVOS
VIALES DE PASARELAS PEATONALES
CONCESIONADAS**

Tesis de Grado y Memoria de Título presentada por

RUDY ALBERTO SEGURA ITURRIETA

como requisito parcial para optar al título de

Ingeniero Civil

y al grado de

Magíster en Ciencias de la Ingeniería Civil

Profesora Guía
Alelí Osorio Lird

Agosto de 2024

TÍTULO DE LA TESIS

AJUSTE, APLICACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE METODOS DE VALORIZACIÓN DE LOS ACTIVOS VIALES DE PASARELAS PEATONALES CONCESIONADAS

AUTOR

RUDY ALBERTO SEGURA ITURRIETA

TRABAJO DE TESIS, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el **Título de Ingeniero Civil y el Grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Civil** de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Alelí Osorio Lird

Rodrigo Delgadillo Sturla

Tomás Echaveguren Navarro

Valparaíso, Chile, Agosto de 2024

Agradecimientos

Primero, agradecer a mi madre, por siempre enseñarme que estudiando era la única forma de salir adelante en la vida pues tenía razón; y por apoyarme en esta loca aventura de estudiar tan lejos de casa, tan lejos de ti.

Agradezco el haber conocido compañeros como Cristóbal, Ricardo y Karina que siempre fueron un apoyo, una palabra de aliento, una motivación a no decaer no importa cuán difícil estuviera el panorama, sin ellos todo hubiese sido más difícil.

Agradezco a los que me enseñaron en esta etapa entregándome las herramientas necesarias para esta maravillosa profesión, en especial a mi profesora guía, Alelí Osorio Lird, por correr a mi lado en esta etapa final de la carrera.

Agradecimientos a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile, por financiar este trabajo a través de su programa FONDEF, Concurso IDeA I+D 2020, código de proyecto ID20I10072, “Metodología de Valorización del Patrimonio Vial Compatible con el Nivel de Servicio a los Usuarios”.

Finalmente, agradecimientos a la Dirección General de Postgrado y Programas de la Universidad Técnica Federico Santa María por el apoyo a través de la beca de arancel que hizo posible el desarrollo de este trabajo de tesis.

Dedicatoria

A mi madre Leticia, por siempre apoyarme y amarme incondicionalmente.

A mi hermanita Emilia, por ser mi inspiración y la luz en mi camino.

A mi familia, por creer en mí.

Resumen

La valorización de activos es el proceso que busca estimar el valor monetario de un activo físico, en este caso de la infraestructura vial de rutas concesionadas, lo cual es muy importante en la gestión de este tipo de vías. Se han desarrollado varios métodos para valorar activos viales, pero la elección de uno de ellos depende en su mayoría de lo que busca la parte interesada en su aplicación. Las agencias viales en todo el mundo han usado esta herramienta con fines financieros y de gestión.

En Chile, hay una metodología de valorización del patrimonio vial, que incluye al activo pasarelas peatonales y que se ha usado para la valorización de carreteras concesionadas interurbanas, sin embargo, fue desarrollada por la Dirección de Vialidad para valorizar la red vial no concesionada y así justificar necesidades de financiamiento. Por tanto, se hace necesaria una metodología ajustada a los objetivos de gestión de concesiones viales interurbanas, en este caso en particular para sus pasarelas, que incluya modelos de valorización para todos los componentes de este grupo de activos (pasarelas, paraderos y aceras), como son Estructura de Pasarelas, Accesorios de Pasarelas, Iluminación de Pasarelas, Estructura de Paraderos, Accesorio de Paradero y Aceras Peatonales.

El objetivo de este trabajo de tesis es desarrollar y evaluar un modelo de valorización para pasarelas peatonales, que sea implementable en bases de licitación de carreteras concesionadas interurbanas. Para cumplir con lo anterior, se realiza en primer lugar una revisión bibliográfica sistemática respecto a la valorización de activos viales, para identificar los distintos métodos de valorización existentes a nivel nacional e internacional. Luego, se identifican los métodos de valorización aplicables en carreteras concesionadas para evaluar la gestión de un operador privado. Posteriormente, se propone un modelo de valorización para los componentes del grupo de activos asociado a las pasarelas, cuyas metodologías se basan en los métodos de Depreciación Lineal (DL), Valor Ajustado Respecto a la Condición Límite (VARCL) y Valor Fijo Respecto a la Condición Límite (VFRCL). Por último, el modelo propuesto es aplicado, sensibilizado y verificado en casos de estudio usando datos reales de carreteras concesionadas interurbanas chilenas en fase de explotación y diferentes escenarios de gestión.

A partir de los resultados de los casos de estudio, se concluye que el modelo propuesto es una mejor herramienta que los modelos actuales para la valorización de pasarelas peatonales de concesiones viales interurbanas, al tener mayores niveles de exactitud y precisión. La mayor exactitud se refleja en el uso de una metodología específica y en la obtención de Costos Históricos (CH) específicos para cada componente. En efecto, el modelo actual considera una única metodología y un Costo Histórico de valor fijo para el grupo de activos. Por otro lado, la mayor precisión se refleja en la mayor sensibilidad a los cambios en la integridad y/o funcionalidad ocurridos en el tiempo para los diferentes escenarios de gestión mediante la incorporación de índices de condición. Por último, se resalta que el modelo propuesto es susceptible de ser implementado en bases de licitación para permitir al Estado evaluar la gestión de la conservación del valor de los activos llevada a cabo por el concesionario. Dicha implementación puede ser efectiva siempre y cuando la información requerida por el modelo propuesto sea evaluada y procesada correctamente, y que se desarrollen todos los mecanismos de incentivos y penalizaciones en función de sus resultados.

Abstract

Asset valuation is the process aimed at estimating the monetary value of a physical asset, in this case, the road infrastructure of concessioned routes, which is crucial in managing such roadways. Various methods have been developed for valuing road assets, but the choice among them largely depends on the objectives of the interested parties in their application. Road agencies worldwide have used this tool for financial and management purposes.

In Chile, there exists a methodology for valuing road assets, including pedestrian overpasses, which has been used to value interurban concessioned highways. However, this methodology was developed by the Directorate of Roads to value non-concessioned road networks and justify financing needs. Therefore, there is a need for a methodology tailored to the management objectives of interurban road concessions, specifically for their pedestrian overpasses. This should include valuation models for all components of this asset group (pedestrian overpasses, bus stops, and sidewalks), such as Overpass Structures, Overpass Accessories, Overpass Lighting, Bus Stop Structures, Bus Stop Accessories, and Pedestrian Sidewalks.

The objective of this thesis is to develop and evaluate a valuation model for pedestrian overpasses that can be implemented in the bidding bases of interurban concessioned highways. To achieve this, a systematic literature review on the valuation of road assets is first conducted to identify different existing valuation methods at the national and international levels. Subsequently, applicable valuation methods in concessioned highways are identified to evaluate the management by a private operator. Then, a valuation model is proposed for the components of the asset group associated with overpasses, utilizing methodologies based on Linear Depreciation (LD), Adjusted Value Relative to Condition Limit (AVRCL) and Fixed Value Relative to Condition Limit (FVRCL). Finally, the proposed model is applied, sensitized, and verified in case studies using real data from Chilean interurban concessioned highways in the operational phase and different management scenarios.

Based on the results of the case studies, it is concluded that the proposed model is a better tool than current models for valuing pedestrian overpasses in interurban road concessions, as it achieves higher levels of accuracy and precision. The increased accuracy is reflected in the use of specific methodologies and obtaining specific Historical Costs (HC) for each component. In contrast, the current model considers a single methodology and a fixed Historical Cost for the asset group. Furthermore, the higher precision is reflected in greater sensitivity to changes in integrity and/or functionality over time for different management scenarios through the incorporation of condition indices. Lastly, it is emphasized that the proposed model is suitable for implementation in bidding bases to enable the government to evaluate asset conservation management carried out by the concessionaire. Effective implementation relies on correctly evaluating and processing the information required by the proposed model and developing all incentives and penalties mechanisms based on its results.

Índice de contenido

Agradecimientos	I
Dedicatoria	II
Resumen	III
Abstract	IV
Índice de contenido	V
Índice de tablas.....	VIII
Índice de figuras.....	X
Índice de figuras en anexos	XI
Introducción	1
Hipótesis.....	3
Objetivos	4
1. Revisión y Diagnóstico de Modelos de valorización	5
1.1. Antecedentes de Valorización	5
1.1.1. Metodología Actual de Valorización de Pasarelas	5
1.1.2. Técnicas Existentes de Valorización	7
1.1.3. Metodologías de valorización propuestas para pasarelas	12
1.2. Limitaciones e Identificación de Ajustes	22
1.2.1. Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Estructura	22
1.2.2. Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Accesorios.....	23
1.2.3. Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Iluminación	23
1.2.4. Activo: Paradero de Buses – Componente: Estructura.....	24
1.2.5. Activo: Paradero de Buses – Componente: Accesorios	24
1.2.6. Activo: Aceras Peatonales.....	24
2. Índice de Condición Estructural de Pasarelas (ICEP)	25
2.1. Antecedentes	25
2.2. Inspección de elementos.....	25
2.3. Peso estructural de los elementos representativos.....	26
2.4. Pesos de los deterioros de los elementos representativos.....	26
2.5. Rectificación del ICEP desarrollado	26
3. Modelo Ajustado de Valorización de Pasarelas	27
3.1. Valor del Componente Estructural de Pasarelas Peatonales	27
3.1.1. Modelo Ajustado	27
3.1.2. Información Requerida.....	28

3.1.3.	Procedimiento.....	33
3.2.	Valor del Componente Accesorios de Pasarelas Peatonales	35
3.2.1.	Modelo Ajustado.....	35
3.2.2.	Información Requerida.....	36
3.2.3.	Procedimiento.....	38
3.3.	Valor del Componente Iluminación de Pasarelas Peatonales.....	40
3.3.1.	Modelo Ajustado.....	40
3.3.2.	Información Requerida.....	41
3.3.3.	Procedimiento.....	43
3.4.	Valor del Componente Estructural de Paraderos de Buses	45
3.4.1.	Modelo Ajustado.....	45
3.4.2.	Información Requerida.....	46
3.4.3.	Procedimiento.....	48
3.5.	Valor del Componente Accesorios de Pasarelas Peatonales	50
3.5.1.	Modelo Ajustado.....	50
3.5.2.	Información Requerida.....	51
3.5.3.	Procedimiento.....	52
3.6.	Valor del Componente Accesorios de Pasarelas Peatonales	55
3.6.1.	Modelo Ajustado.....	55
3.6.2.	Información Requerida.....	56
3.6.3.	Procedimiento.....	57
4.	Ejemplo de Aplicación.....	60
4.1.	Componente estructural de pasarelas peatonales	60
4.2.	Componente accesorios de pasarelas peatonales.....	66
4.3.	Componente iluminación de pasarelas peatonales	68
4.4.	Componente estructural de paraderos de buses.....	72
4.5.	Componente accesorios de paraderos de buses	74
4.6.	Componente aceras peatonales.....	76
4.7.	Resumen de valor del grupo de activos asociados a pasarelas	78
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	80
5.1.	Conclusiones por objetivos	80
5.2.	Comentarios generales y recomendaciones.....	84
5.3.	Investigaciones futuras.....	84
	Referencias.....	85
	Anexos.....	88

A.	Ficha técnica para evaluar el nivel de servicio asociado a la funcionalidad de la pasarela	88
B.	Check List para el ICEP cualitativo.	90
C.	Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de integridad de las pasarelas peatonales	91
D.	Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de los paraderos de buses.....	92
E.	Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de las aceras peatonales.....	94

Índice de tablas

Tabla 1.1. Vida Útil según tipología de una pasarela peatonal (MOP, 2016).	6
Tabla 1.2. Condiciones de borde para la valorización de carreteras concesionadas.	7
Tabla 1.3. Ventajas posibles para métodos de valorización y condiciones de borde involucradas..	10
Tabla 1.4. Desventajas posibles para métodos de valorización y condiciones de borde.	10
Tabla 1.5. Desventajas posibles para métodos de valorización y condiciones de borde.	11
Tabla 3.1. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente estructural de pasarelas..	28
Tabla 3.2. Pesos de los deterioros asociados a cada elemento.	30
Tabla 3.3. Definición de la evaluación del daño de los elementos estructurales de pasarelas.	30
Tabla 3.4. Definición de la forma de puntuar y calificar los elementos y las pasarelas.	31
Tabla 3.5. Definición de indicadores de condición <i>Pee, it</i> para elementos estructurales de pasarela.	32
Tabla 3.6. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente accesorios de pasarelas. .	36
Tabla 3.7. Definición de indicadores de condición para los elementos accesorios de pasarelas.....	37
Tabla 3.8. Vidas Útiles de los elementos cuyo modelo se basa en la depreciación lineal.	37
Tabla 3.9. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente iluminación de pasarelas.	41
Tabla 3.10. Definición de indicadores de condición para luminarias de pasarelas.	42
Tabla 3.11. Requerimientos de Iluminancia Media y Mínima recomendada en la Tabla 6.705.3.A (MOP, 2022c).....	42
Tabla 3.12. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente estructural de paraderos.	46
Tabla 3.13. Definición de indicadores de condición para los elementos estructurales de paraderos.	47
Tabla 3.14. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente estructural de paraderos.	51
Tabla 3.15. Definición de indicadores de condición para los elementos accesorios de paraderos...	52
Tabla 3.16. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente aceras peatonales.	56
Tabla 3.17. Definición de indicadores de condición para las aceras peatonales.	57
Tabla 4.1. Cubicaciones componente estructural de una pasarela peatonal.	60
Tabla 4.2. Precios unitarios del componente estructural de una pasarela peatonal.	61
Tabla 4.3. Auscultación de los elementos principales del componente estructural de pasarelas.	62
Tabla 4.4. CH del componente estructural de la pasarela peatonal.	63
Tabla 4.5. Grado de deterioro para cada elemento, deterioro y escenario.	64
Tabla 4.6. Calificación estructural de los elementos estructurales representativos.....	65
Tabla 4.7. Verificación de cumplimiento de los elementos estructurales representativos.	65
Tabla 4.8. Índices de condición <i>Pee, it</i> para cada escenario.....	65

Tabla 4.9. Valor del componente estructural de la pasarela peatonal.	65
Tabla 4.10. Cubicaciones componente accesorios de la pasarela peatonal.	66
Tabla 4.11. Precios unitarios del componente accesorios de la pasarela peatonal.	66
Tabla 4.12. Auscultación de los elementos del componente accesorios de la pasarela peatonal.	67
Tabla 4.13. CH del componente accesorios de la pasarela peatonal.	67
Tabla 4.14. Índice de condición <i>Pkt</i> según desempeño.	68
Tabla 4.15. Valor del componente accesorios de la pasarela peatonal.	68
Tabla 4.16. Cubicaciones componente iluminación de la pasarela peatonal.	68
Tabla 4.17. Precios unitarios del componente iluminación de la pasarela peatonal.	69
Tabla 4.18. Auscultación de los elementos del componente iluminación de la pasarela peatonal.	70
Tabla 4.19. CH del componente iluminación de la pasarela peatonal.	70
Tabla 4.20. Índice de condición <i>Pjt</i> según desempeño.	71
Tabla 4.21. Valor del componente iluminación de la pasarela peatonal.	71
Tabla 4.22. Cubicaciones componente estructural de los paraderos de buses.	72
Tabla 4.23. Precios unitarios del componente estructural de los paraderos de buses.	72
Tabla 4.24. Auscultación de los elementos del componente estructural de los paraderos de buses.	72
Tabla 4.25. CH del componente estructural de los paraderos de buses.	72
Tabla 4.26. Índice de condición <i>Plt</i> según desempeño.	73
Tabla 4.27. Valor del componente estructural de los paraderos de buses.	73
Tabla 4.28. Cubicaciones componente accesorios de los paraderos de buses.	74
Tabla 4.29. Precios unitarios del componente accesorios de los paraderos de buses.	74
Tabla 4.30. Auscultación de los elementos del componente accesorios de los paraderos de buses.	74
Tabla 4.31. CH del componente accesorios de los paraderos de buses.	74
Tabla 4.32. Índice de condición <i>Pmt</i> según desempeño.	75
Tabla 4.33. Valor del componente accesorios de los paraderos de buses.	75
Tabla 4.34. Cubicaciones componente/activo aceras peatonales.	76
Tabla 4.35. Precios unitarios del componente/activo aceras peatonales.	76
Tabla 4.36. Auscultación de los elementos del componente/activo aceras peatonales.	76
Tabla 4.37. Costo histórico del componentes aceras peatonales.	76
Tabla 4.38. Índice de condición <i>Pnt</i> según desempeño.	77
Tabla 4.39. Valor del componente/activo aceras peatonales.	77
Tabla 4.40. Valor del grupo de activos en buen desempeño.	78
Tabla 4.41. Valor del grupo de activos en mal desempeño.	79

Índice de figuras

Figura 1.1. Vista en planta de pasarela peatonal y sus elementos estructurales a valorizar.....	16
Figura 1.2. Vista lateral de pasarela peatonal y sus elementos accesorios a valorizar.....	16
Figura 1.3. Vista en planta de pasarela peatonal y sus elementos de iluminación a valorizar.	17
Figura 1.4. Vista frontal de paradero de buses y sus elementos estructurales a valorizar.....	17
Figura 1.5. Vista en planta sector paradero de buses y su elemento accesorio a valorizar.	18
Figura 1.6. Vista en planta sector acera peatonal y su elemento a valorizar.	18
Figura 3.1. Diagrama de valorización del componente estructural de una pasarela peatonal.....	33
Figura 3.2. Arquitectura del modelo de valorización del componente estructural de una pasarela.	34
Figura 3.3. Diagrama de valorización del componente accesorios de una pasarela peatonal.	38
Figura 3.4. Arquitectura del modelo de valorización del componente accesorios de una pasarela.	39
Figura 3.5. Diagrama de valorización del componente iluminación de una pasarela peatonal.....	43
Figura 3.6. Arquitectura del modelo de valorización del componente iluminación de pasarela.....	44
Figura 3.7. Diagrama de valorización del componente estructural de un paradero de buses.....	48
Figura 3.8. Arquitectura del modelo de valorización del componente estructural de paraderos.	49
Figura 3.9. Diagrama de valorización del componente accesorios de un paradero.	53
Figura 3.10. Arquitectura del modelo de valorización del componente accesorios de un paradero.	54
Figura 3.11. Diagrama de valorización del componente/activo aceras peatonales.	58
Figura 3.12. Arquitectura del modelo de valorización de aceras peatonales.	59
Figura 4.1. Valor vs CH de los componentes de pasarelas para un buen desempeño de gestión. ...	78
Figura 4.2. Valor vs CH de los componentes de pasarelas para un mal desempeño de gestión.	79

Índice de figuras en anexos

Figura A.1. Ficha técnica para evaluar el nivel de servicio asociado a la funcionalidad de la pasarela (Ebensperger, 2020).	88
Figura A.2. Ficha técnica para evaluar el nivel de servicio asociado a la funcionalidad de la pasarela (continuación) (Ebensperger, 2020).	89
Figura B.1. Check List para el índice de condición estructural de pasarelas (Arenas, 2020).	90
Figura C.1. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de integridad de pasarelas peatonales (Arenas, 2020).	91
Figura D.1. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de los paraderos (Burgos, 2019).	92
Figura D.2. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de los paraderos (Continuación) (Burgos, 2019).	93
Figura E.1. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de las aceras peatonales (Ebensperger, 2020).	94
Figura E.2. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de las aceras peatonales (Continuación) (Ebensperger, 2020).	95

Introducción

Problema y oportunidad de investigación

En el mundo, la gestión de carreteras está evolucionando de solo construir y mantener vías hacia la implementación de objetivos estratégicos más amplios (de Solminihaç et al., 2018). Estos objetivos incluyen proporcionar un buen servicio a los usuarios, conservar el patrimonio vial y beneficiar a la comunidad y al medio ambiente (CICCP, 2005; Delgadillo et al., 2018; Ebensperger, 2020; Muñoz, 2020; OECD, 2001a). Sin embargo, en Chile, tanto en las carreteras públicas como en las concesionadas, la gestión de la conservación y el nivel de servicio se realiza de manera generalizada, sin diferenciar adecuadamente entre las necesidades de los administradores de las carreteras y los usuarios (MOP, 2019a, 2020). Dado lo anterior, se están realizando investigaciones para desarrollar modelos que permitan evaluar estos objetivos de manera diferenciada, especialmente en las carreteras concesionadas interurbanas chilenas (Ebensperger, 2020; Gómez, 2019; Muñoz, 2020).

La valorización de activos es una alternativa para evaluar y/o asegurar la conservación del patrimonio vial que se ha realizado en varios países. En particular, se ha incorporado incipientemente en bases de contratos de concesiones viales en nuestro país para definir un pago final del Estado a la concesionaria por el valor residual de la infraestructura al final del período de concesión (MOP, 2019, 2021). Sin embargo, se ha realizado a través de una metodología que no está adaptada a los estándares de carreteras concesionadas.

Por otro lado, las pasarelas son un activo vial importante en carreteras concesionadas, llegando a representar un porcentaje considerable del valor total de este tipo de carreteras en Chile (MOP, 2019b, 2021c, 2021b). Hasta la fecha, se han realizado esfuerzos de investigación destinados a desarrollar un modelo de valorización para pasarelas peatonales, implementable en bases de licitación de concesiones viales interurbanas (Fernández, C., 2021). Sin embargo, el modelo propuesto necesita ajustes como la definición de índices de condición adecuados que permitan vincular la integridad y/o funcionalidad de los elementos/componente y con ello compatibilizar con el nivel de servicio; y también necesita ser aplicado y sensibilizado con datos reales para su validación.

De esta forma, surge la necesidad de desarrollar un modelo de valorización para pasarelas peatonales de carreteras concesionadas interurbanas, que sea precisa y objetiva, y que permita evaluar la gestión de la conservación llevada a cabo por el concesionario en el tiempo. Asimismo, dicho modelo debe formar parte de una metodología de valorización, que incluya todos los activos relevantes de una carretera concesionada en términos de valor, y funcione en conjunto con un modelo de evaluación del nivel de servicio a los usuarios que se encuentra actualmente en implementación por parte de la Dirección General de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas (Delgadillo et al., 2020).

Definiciones e importancia de la valorización de activos viales

En la literatura se encuentran variadas definiciones para la valoración de activos, que dependen principalmente de la parte interesada en hacer la valoración y cuáles son los objetivos de la misma. Ha sido definida como el proceso de estimar el valor de un activo específico en una fecha determinada, midiendo su valor relativo o la riqueza del activo a lo largo del tiempo (Alyami & Tighe, 2016; Herabat et al., 2002). Otros consideran que la valoración de activos es el proceso de estimar el valor monetario de un activo físico en base a su costo histórico, edad, condición y valor depreciado (Federal Highway Administration [FHWA], 2016; Turnbull, 2015; Weldemicael et al., 2018).

Independientemente de la definición utilizada, la valoración de activos es considerada un elemento clave de la gestión de activos viales, ya que puede ser incorporado como una medida de desempeño, que traduce la condición de la infraestructura en términos monetarios que pueden ser fácilmente comunicados y entendidos por distintas partes interesadas en la infraestructura, como los encargados de formular políticas, agencias viales, usuarios y el público general (Alyami, 2017; Turnbull, 2015).

Objetivos y partes interesadas en la valorización

La valorización de activos presenta diferentes significados según la disciplina involucrada. Economistas valoran los activos por su contribución a la actividad económica, mientras que empresarios se centran en el potencial de generación de ingresos o el valor de mercado (FHWA, 2016). Esta diversidad genera ambigüedad y falta de un método universalmente aceptado para valorar activos viales, lo que dificulta relacionar la depreciación con la inversión en mantenimiento (Falls et al., 2005). De acuerdo con lo anterior, los activos viales pueden tener distintos tipos de valor al mismo tiempo dependiendo del método utilizado (Amekudzi-Kennedy et al., 2019). La selección del método apropiado dependerá de los objetivos y de las partes interesadas en la valorización, ya que para cada una de estas partes el valor de los activos tiene un significado diferente (Amekudzi et al., 2002). Por lo tanto, la selección de los métodos de valorización de activos viales más adecuados debe hacerse en función de los aspectos valorados por la parte interesada en cuestión (Amekudzi et al., 2002; Herabat et al., 2002).

En el contexto de carreteras los interesados principales son los propietarios y usuarios, ya que la carretera proporciona un acceso seguro, cómodo y conveniente a los usuarios y es un componente importante para el crecimiento económico del propietario (Falls et al., 2004). Otra parte interesada son las agencias administradoras que están a cargo de mantener las vías en condiciones operacionales aceptables, cuyo desempeño es posible de evaluar según la condición de la infraestructura y los costos de operación de los vehículos (Dewan & Smith, 2005). Otras partes interesadas en la valorización de infraestructura vial, son los profesionales de ingeniería y construcción, responsables de decisiones y políticas de inversión, la comunidad y el público general (Amekudzi et al., 2002).

Contenido del documento

El presente trabajo de tesis incluye 5 capítulos. En el capítulo 1 se presenta una revisión bibliográfica de los métodos de valorización para activos viales en donde se identifican limitaciones y posibles ajustes. En el capítulo 2 se presenta en detalle el índice de condición estructural de pasarelas (ICEP) desarrollado como ajuste para ser implementado en la metodología de valorización del componente estructural de pasarelas. En el capítulo 3 se presentan los métodos de valorización ajustados para los seis componentes asociados al grupo de activos de pasarelas (pasarelas peatonales, paraderos de buses y aceras peatonales), describiendo sus variables, la información requerida para su aplicación y el procedimiento para la obtención del valor. En el capítulo 4, se presenta la aplicación del modelo propuesto en casos de estudio que usan datos reales de carreteras concesionadas interurbanas, y una comparación de resultados respecto a los modelos actuales de valorización utilizados en Chile para distintos escenarios de gestión. Finalmente, en el capítulo 5 se presentan las conclusiones obtenidas en este trabajo, algunas recomendaciones y posibles investigaciones futuras.

Hipótesis

Los modelos de valorización desarrollados y ajustados para los activos viales de pasarelas peatonales de carreteras concesionadas interurbanas que son compatibles con el nivel de servicio y que incluyen su condición estructural, poseen mayor nivel de precisión que los procedimientos actuales de valorización.

Objetivos

Objetivo general:

- Ajustar, aplicar y sensibilizar los métodos de valorización desarrolladas para los componentes de pasarelas peatonales complementándolo con el nivel de servicio y usando datos reales de concesiones existentes, para ser implementados en un manual técnico de aplicación en bases de licitación de carreteras concesionadas chilenas.

Objetivos específicos:

- Ajustar un método de valorización propuesto para el componente estructural de pasarelas a través del desarrollo de un índice de condición cuantitativo que permita evaluar de manera objetiva la condición estructural de la pasarela.
- Aplicar y sensibilizar los métodos de valorización de pasarelas aplicándolos a datos reales de concesiones existentes y comparándolos con los resultados de aplicar el método actual usado por el MOP a esos datos.
- Elaborar un manual técnico de aplicación en bases de licitación de carreteras concesionadas chilenas.

1. Revisión y Diagnóstico de Modelos de valorización

En este capítulo se presenta una revisión de las metodologías de valorización existentes en el estado del arte y utilizados en el estado de la práctica y que son posibles candidatos para ser la base de los modelos a desarrollar para el grupo de activos asociados a las pasarelas.

Luego, se identifican las limitaciones/desafíos detectados para cada una de estas metodologías teniendo en cuenta las características requeridas de los activos y de esta manera tener una visión amplia que permita definir las metodologías de base para ajustarlas en relación al contexto y objetivos planteados para esta investigación.

1.1. Antecedentes de Valorización

En esta revisión, se destacan principalmente los siguientes antecedentes:

- a) “Metodología para la Determinación del Patrimonio Vial” (MOP, 2014).
- b) Hito N°1: “Estado del Arte y de la Práctica en Metodologías de Valorización de Activos Viales” (Delgadillo et al., 2021) del Proyecto ID 20110072 “Metodología de Valorización del Patrimonio Vial Compatible con el Nivel de Servicio a los Usuarios”.
- c) Hito N°2: “Desarrollo de Modelo de Valorización de Activos Viales Concesionados” (Delgadillo et al., 2022) del Proyecto ID 20110072 “Metodología de Valorización del Patrimonio Vial Compatible con el Nivel de Servicio a los Usuarios”.

1.1.1. Metodología Actual de Valorización de Pasarelas

La metodología actual utilizada por la Dirección de Vialidad para la valorización patrimonial de las pasarelas y otros activos viales como puentes y túneles, se describe en profundidad en el informe “Valor del patrimonio Vial de la Red Vial Nacional - Año 2013” (MOP, 2016), y en términos generales se basa en la metodología de depreciación lineal, que se obtiene como la diferencia entre el costo histórico menos el valor residual dividido por la vida útil de la pasarela, que depende de la tipología de materialidades que poseen algunos de sus elementos estructurales principales.

A continuación, se presenta la Ecuación 1.1 empleada para el cálculo del valor del activo:

$$V_{\text{Actual}} = CH - \left(\frac{CH - VR}{t_s} \right) \cdot (t - t_s) \quad (1.1)$$

En donde:

- V_{Actual} : Valor actual de la pasarela
- CH : Costo de Construcción
- VR : Valor residual (Se supone igual a cero dado que, en general, cuando la pasarela cumple su vida útil no se reutiliza nada de esta)
- $t - t_c$: Periodo analizado
- t_s : Vida útil (Según Tabla 1.1)
- t_s : Año de construcción
- t_s : Año Actual

Luego, para poder aplicar este método, es necesario conocer, además de la información de inventario y precios unitarios, la información de vida útil (t_u) de la pasarela que, según se indica en dicho informe, depende de la tipología de la estructura, es decir, de la materialidad de su infraestructura, de vigas y del tablero. Por tanto, dependiendo de la combinación de materiales de estos elementos (Tabla 1.1), se definirá el momento en que el valor de la pasarela será nulo.

Tabla 1.1. Vida Útil según tipología de una pasarela peatonal (MOP, 2016).

TIPO PUENTE	INFRA	VIGAS	TABLERO	VIDA UTIL
AAA	A	A	A	40
AAH	A	A	H	40
AAM	A	A	M	40
AHA	A	H	A	40
AHH	A	H	H	40
AHM	A	H	M	40
AMA	A	M	A	30
AMH	A	M	H	30
AMM	A	M	M	30
HAA	H	A	A	65
HAH	H	A	H	65
HAM	H	A	M	65
HHA	H	H	A	65
HHH	H	H	H	65
HHM	H	H	M	65
HMA	H	M	A	60
HMH	H	M	H	60
HMM	H	M	M	60
MAA	M	A	A	25
MAH	M	A	H	25
MAM	M	A	M	25
MHA	M	H	A	25
MHH	M	H	H	25
MHM	M	H	M	25
MMA	M	M	A	20
MMH	M	M	H	20
MMM	M	M	M	20

A: acero; H: hormigón; M: mixto.

1.1.2. Técnicas Existentes de Valorización

En base a lo visto en el antecedente asociado a la revisión del estado del arte y la práctica tanto nacional como internacional en cuanto a métodos de valorización de activos viales correspondiente al Hito N°1: “Estado del Arte y de la Práctica en Metodologías de Valorización de Activos Viales” (Delgadillo et al., 2021), se destacan tres tipos de técnicas de valorización patrimonial de activos:

Técnicas Basadas en el Costo: Estos métodos se basan principalmente en costos de reemplazo (CR) o costo de construcción (CH). Algunos métodos consideran la condición mediante umbrales y/o la vida útil del activo por lo que son compatibles con el nivel de servicio (M. S. Dojutrek et al., 2012).

Técnicas Basadas en la Productividad: Son métodos basados en el beneficio o impacto económico en su vida de servicio. Considera los tiempos de viaje, nivel de tránsito, actividades en la zona y otros factores que producen impacto económico a la sociedad (Stone, 2014).

Técnicas Basadas en la Teoría de Utilidad: Métodos que buscan la integración de las dos técnicas detalladas anteriormente. Por lo que consiste en desarrollar una función de utilidad para cada indicador de desempeño y se relaciona con la condición física, funcionalidad y utilización general. (Lim et al., 2019).

Ahora bien, dados los objetivos del proyecto FONDEF ID 20I10072 “Metodología de Valorización del Patrimonio Vial Compatible con el Nivel de Servicio a los Usuarios”, principalmente en cuanto a desarrollar metodologías que permitan no solo obtener un valor preciso de los activos viales, sino que también evaluar la gestión de la concesionaria respecto del nivel de servicio prestado a los usuarios de la concesión, se analizan y reconocen las técnicas basadas en el costo como las que mejor se ajustan a estos requerimientos.

En la Tabla 1.2 se muestran a modo de resumen las condiciones de borde que son de principal interés para poder identificar aquellos métodos que tengan mayor susceptibilidad de ser implementados en una base de licitación de una carretera concesionada.

Tabla 1.2. Condiciones de borde para la valorización de carreteras concesionadas.

N°	Condición de borde	Descripción
1	Gestión de riesgos de la licitación	Se requiere una metodología lo más clara y precisa posible, que contenga la menor cantidad permisible de fuentes de variabilidad e incertidumbre, de manera de no aumentar innecesariamente los riesgos de la concesión y en consecuencia los costos del proyecto.
2	Valorizar solo la infraestructura conservada por el concesionario	Se debe considerar solo los aspectos que están bajo el control del concesionario por contrato, dejando fuera el resto (ej: demandas de tránsito, factores financieros y obsolescencia tecnológica).
3	Condiciones del contrato se definen al momento de la licitación	El valor inicial de la infraestructura y las formas de calcular las pérdidas de valor deben estar predefinidas en el contrato, no habiendo espacio para cambios posteriores.
4	Compatibilidad con el nivel de servicio brindado a los usuarios	Pérdidas en la calidad del servicio entregado a los usuarios de vehículos que circulan por la carretera deben reflejarse en pérdidas de valor del activo.
5	Costos de operación del concesionario no deben aumentar innecesariamente	La conveniencia de la aplicación de métodos más costosos de valoración de activos debe ser evaluada en conjunto de los beneficios que estos tengan.

Para cumplir con las condiciones de borde anteriormente mencionadas, se reconocen dos ventajas muy importantes relacionadas con vincular la pérdida de valor de los activos con indicadores de desempeño y considerar los costos pasados:

- A.** No todos los métodos consideran el desempeño de los activos en la valorización, por tanto, no todos permiten evaluar directamente la conservación que realiza el concesionario, llevando a una posible valorización imprecisa y poco objetiva. En consecuencia, cuando en un método la pérdida de valor depende de indicadores de desempeño, esto representa una ventaja al cumplir con la primera, segunda y cuarta condición de borde. Cabe mencionar que considerar el desempeño actual representa una desventaja respecto a la quinta condición de borde, en caso de que el activo no amerite una valorización tan precisa.
- B.** Considerar los costos pasados es una ventaja importante respecto a la primera, segunda y tercera condición de borde, ya que permite tener una valorización más precisa al basarse en datos conocidos, los cuales pueden ser establecidos al momento de la licitación del contrato de concesión y no están sujetos a fuerzas externas a la gestión del concesionario.

Además de las dos importantes ventajas mencionadas anteriormente, existen otras secundarias:

- C.** Considerar explícitamente umbrales de desempeño en la formulación, ya que esto permite sensibilizar las pérdidas de valor ante cambios en el nivel de desempeño de los diferentes indicadores considerados. Entre estos indicadores, pueden estar aquellos utilizados para medir el nivel de servicio a los usuarios, por lo que esta ventaja está directamente relacionada con la cuarta condición de borde.
- D.** Poder valorizar los distintos componentes de un activo, ya que esto permite obtener una mayor precisión en el valor y cumplir con la primera condición de borde. No obstante, esto puede resultar en una implementación costosa para ciertos activos, en comparación con los beneficios que traiga su valorización (quinta condición de borde).
- E.** Relacionado también con la primera condición de borde, es que para cada instante de tiempo se defina un valor determinado y no se admita variabilidad e incertidumbre en el resultado obtenido. Lo anterior es una ventaja que puede evitar aumentar los riesgos de la concesión y posibles conflictos que puedan resultar en litigaciones entre el Estado y el concesionario.
- F.** Aquellos métodos que relacionen la pérdida de valor con el costo de reparación del activo tienen una ventaja respecto a los métodos que no establezcan dicha relación. En efecto, estos métodos permiten calcular de manera objetiva y precisa cuanto valor han perdido los activos de acuerdo a su desempeño actual y/o edad, a través del costo en el que incurriría el concesionario para devolverlos a su mejor condición posible. Esta ventaja, en consecuencia, tiene directa relación con la primera, segunda y cuarta condición de borde, siempre y cuando el costo este basado en precios históricos y no actuales.
- G.** Muchos métodos, en particular los que están basados en beneficios y en el valor de mercado, valorizan aspectos que van más allá de la infraestructura física que administra el concesionario. Por lo tanto, aquellos que valoricen solo la construcción y rehabilitación de la infraestructura física, es decir, los métodos basados en los costos, poseen una ventaja respecto a los otros, al permitir cumplir con la segunda condición de borde.
- H.** Existencia de experiencia práctica registrada en la utilización del método de valorización. En efecto, la implementación de métodos que nunca hayan sido utilizados anteriormente puede aumentar de manera innecesaria los riesgos de la concesión, y, por ende, no cumplir con la primera condición de borde.

En contraposición a los métodos que consideran costos pasados, se presentan tres desventajas principales asociadas a la utilización de costos presentes, costos futuros, y a la admisión de cierta variabilidad en los métodos.

- I.** El valor obtenido de métodos de valoración que en su formulación consideren los costos presentes de los activos, estará influenciado por las condiciones fluctuantes del mercado, posibles obsolescencias tecnológicas y normativas. Dichos aspectos no dependen del concesionario, por lo que no permitirían evaluar su gestión en la conservación de la infraestructura ni poder identificar si una variación del valor de los activos corresponde a una mejora o un deterioro de su condición actual. De este modo, su utilización conllevaría a asumir una fuente de variabilidad importante, por lo que, estas formulaciones presentan una desventaja respecto de las condiciones de borde 1, 2 y 3.
- J.** De forma análoga a lo anterior, los métodos que consideran los costos y/o beneficios futuros se encuentran influenciados por las condiciones fluctuantes del mercado, factores financieros y socioeconómicos, existiendo una alta incertidumbre respecto al cambio de los precios de construcción y de las demandas de tránsito en el tiempo. Por su parte, al solo considerar los beneficios se asume una fuente de ambigüedades en la valoración (Turnbull, 2015), y se incorporan al valor de los activos aspectos que no están bajo el control del concesionario, como variaciones del valor debido a beneficios que dependen de la demanda de tránsito. Los métodos de valoración con estas características presentan una desventaja respecto de las condiciones de borde 1, 2 y 3.
- K.** Cuando el método de valoración admita variabilidad en la estimación de alguna de sus variables, y que estas estén asociadas a niveles de confiabilidad, se estará incurriendo en un aumento de los riesgos de la concesión y en posibles controversias futuras entre partes interesadas. De esta forma, toda fuente de variabilidad debe ser evitada en favor de lo descrito en la primera condición de borde.

Las siguientes se reconocen como desventajas secundarias, ya que el juicio de ventajoso y desventajoso podría depender principalmente del activo a valorizar.

- L.** La literatura indica que una fuente importante de variabilidad e incertidumbre es la estimación de la vida útil de los activos (LoBEG, 2012). En consecuencia, una definición a priori o subestimación de la vida útil conduce a un aumento de los riesgos de la concesión, y con ello a posibles aumentos en los costos del proyecto. Además, una definición preliminar no considera la posibilidad de que la vida útil de los activos esté condicionada por su uso o la condición de servicio prestada a los usuarios. Por lo anterior, los métodos que requieran definir una vida útil para los activos representan una desventaja respecto a las condiciones de borde 1 y 4.
- M.** De forma similar a la desventaja anterior, definir una vida o valor residual representa una fuente importante de variabilidad e incertidumbre, y podría aumentar los riesgos de la concesión. Por lo tanto, esta característica representa una desventaja respecto a la primera condición de borde.
- N.** Los métodos de valoración que requieran la calibración de parámetros para definir la curva de depreciación, sin considerar vida útil y residual, presentan una desventaja respecto de la primera condición de borde. Lo anterior se debe a que representan una fuente de variabilidad e incertidumbre, si no se cuenta información de largo registro que facilite las calibraciones. Además, al asumir una cierta curva de deterioro esta podría no representar el verdadero servicio prestado por el activo. De esta forma, este tipo de métodos representan una desventaja respecto de la cuarta condición de borde.

En resumen, las ventajas y desventajas, así como su relación con las condiciones de borde, se presentan en la Tabla 1.3 y Tabla 1.4, respectivamente (Delgadillo et al., 2021).

Tabla 1.3. *Ventajas posibles para métodos de valorización y condiciones de borde involucradas.*

Condición de borde	Abreviatura	Ventaja
1, 2 y 4	A	Pérdida de valor depende de indicadores de desempeño
1, 2 y 3	B	Considera solo costos pasados (mayor precisión)
4	C	Considera explícitamente umbrales de condición en su formulación
1 y -5	D	Permite separar en subcomponentes (mayor precisión)
1	E	Para cada instante en el tiempo define un valor determinado
1, 2 y 4	F	Se relaciona la pérdida de valor con el costo de reparación del activo
2	G	Valoriza solo la construcción y rehabilitación de la infraestructura física
1	H	Experiencia práctica encontrada

Tabla 1.4. *Desventajas posibles para métodos de valorización y condiciones de borde.*

Condición de borde	Abreviatura	Desventaja
1, 2 y 3	I	Considera costos presentes, incorporando cambios tecnológicos, normativos y/o fuerzas de mercado (mayor incerteza)
1, 2 y 3	J	Considera costos/beneficios futuros (mayor incerteza)
1	K	Admite variabilidad asociada a niveles de confiabilidad
1 y 4	L	Es necesario definir la vida útil
1	M	Es necesario definir una vida/valor residual
1 y 4	N	Requiere calibración de otros parámetros

Notar que la mayoría de las ventajas y desventajas definidas están relacionadas con más de una condición de borde, y que las ventajas A y D, pueden tener una relación negativa con la quinta condición de borde.

Además, es importante mencionar, que no se incluyen todas las ventajas y desventajas que pueden existir para los métodos, y que solo se presentan las que pudieron ser identificadas en base a la revisión de literatura y los objetivos de la investigación.

Para el costo de implementación (Z) se identifican tres niveles de dificultad: Bajo (B) cuando el método no requiera de mediciones en terreno ni calibración de parámetros, Medio (M) cuando solo se requiera calibración de parámetros para definir la curva de depreciación, y Alto (A) cuando se necesite de mediciones en terreno. (Delgadillo et al., 2021)

En la Tabla 1.5 se muestran las ventajas, desventajas y costos de implementación de cada método, en la que se ha marcado con una X cada ventaja y desventaja que presentan los métodos.

Tabla 1.5. Desventajas posibles para métodos de valorización y condiciones de borde.

Tipo	Enfoque	Métodos basados en el costo	Ventajas							Desventajas									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Z		
Tradicionales	Depreciación	Depreciación Lineal (SLD)		X		X	X		X	X				X	X		B		
		Depreciación Sigmoidal (SD) y Sigmoidal Inversa (ISD)		X			X		X	X						X		M	
		Suma de Dígitos Anuales (SOYD) y Suma Reversa de Dígitos Anuales (RSOYD)		X		X	X		X	X				X	X			B	
		Balance de Declinación (DB) y Doble Balance de Declinación (DDB)		X		X	X		X	X				X				B	
	Modificado	Costo Histórico (HC)		X		X	X		X	X								B	
		Costo de Reemplazo Ajustado (RCaj) - HC		X		X	X		X	X								B	
		Costo de Reemplazo Escrito (WDRC) - HC	X	X		X	X		X	X								A	
		Valor Ajustado Respecto a Condición Límite (AVRLC) - HC	X	X	X	X	X		X									A	
		Valor Fijo Respecto a Condición Límite (FVRLC) - HC.	X	X	X	X	X		X									A	
		Valor Neto Residual (NSV) - HC	X	X	X	X	X	X	X	X									A
		Costo de Reemplazo (RC)				X	X		X	X	X								B
		Costo de Reemplazo Escrito (WDRC)-RC	X			X	X		X	X	X								A
		Valor Ajustado Respecto a Condición Límite (AVRLC) - RC	X		X	X	X		X		X								A
		Valor Fijo Respecto a Condición Límite (FVRLC) - RC	X		X	X	X		X		X								A
		Valor Neto Residual (NSV) - RC	X		X	X	X	X	X	X	X								A
		Otros	Valor Presente Neto de Costos				X	X		X	X								M
			Ingreso Recuperable de Componentes (Valor Residual)				X	X		X									B

Respecto de este análisis realizado por Camila Fernández en el Hito N°1 del proyecto FONDEF y en su memoria “Propuesta de Valorización de Pasarela Peatonal, Paradero de Bus y Acera Peatonal Compatible con el Nivel de Servicio de Carreteras Interurbanas Concesionadas” (Fernández, C., 2021), resuelve proponer 3 métodos a utilizar, que son: Depreciación Lineal (DL), Valor Ajustado con Respecto a la Condición Límite (VARCL) y Valor Fijo con Respecto a la Condición Límite (VFRCL).

1.1.3. Metodologías de valorización propuestas para pasarelas

El valor del grupo de activos asociado a una pasarela ubicada en cierto punto kilométrico de una concesión (incluyendo sus respectivos paraderos y aceras) se obtiene sumando el valor de los 3 activos (si existiesen los 3) asociados a una pasarela; a su vez, el valor de cada uno de estos 3 activos, se obtiene sumando el valor de cada uno de sus componentes (3 componentes para pasarela, 2 para paradero y 1 para acera). Finalmente, para obtener el valor del grupo de activos de la concesión, se suman los valores de todas las pasarelas catastradas en dicha concesión. Cabe señalar que, en el caso de que alguno de los elementos de un componente o algún componente de un activo o algún activo del grupo no exista, no se considera su valor.

a. Cálculo de valor del grupo de activos

En este método el valor del activo corresponde al valor presente de los beneficios obtenidos durante su vida de servicio remanente (Acharya, 2014; Alyami & Tighe, 2016; Amekudzi et al., 2002). Se ha categorizado como parte de los métodos que incluyen el valor presente de beneficios futuros y que es más fácil de aplicar en activos que generan ingresos tales como caminos con peaje (Amekudzi et al., 2002; J. Zhu et al., 2020). El valor del activo se obtiene según la Ecuación (1.2):

$$V_{PPA_t} = \sum_{i=1}^{N_{PPA}} V_{ppa,i_t} \quad (1.2)$$

$$V_{ppa,i_t} = V_{pp,i_t} + V_{pb,i_t} + V_{ap,i_t}$$

Donde:

- V_{PPA_t} : Valor de pasarelas, paraderos y aceras de la carretera en el tiempo “t”, en UF.
- V_{ppa,i_t} : Valor del grupo “i” de pasarelas, paraderos y aceras de la carretera en el tiempo “t”, en UF.
- N_{PPA} : Número total de grupos de pasarela, paraderos y aceras de la carretera.
- V_{pp,i_t} : Valor del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- V_{pb,i_t} : Valor del activo paradero de bus del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- V_{ap,i_t} : Valor del activo aceras peatonales del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- t : Tiempo en el que se realiza la valorización de los activos.

Es importante tener en cuenta que el valor de los activos paraderos de buses y aceras peatonales consideran el paradero y acera de ambos lados de la pasarela, pero se evalúan de manera independiente, es decir que, por ejemplo, si uno de los dos paraderos se encuentra en incumplimiento y el otro si cumple con su condición requerida, el valor del activo corresponderá al valor del paradero en cumplimiento.

A continuación, se describe la formulación del valor de cada activo según sus componentes.

Valor de una pasarela peatonal

El cálculo del valor del activo pasarela peatonal se presenta en la Ecuación (1.3).

$$V_{pp,i_t} = V_{ee,i_t} + V_{ea,i_t} + V_{lum,i_t} \quad (1.3)$$

Donde:

- V_{pp,i_t} : Valor del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- V_{ee,i_t} : Valor del componente estructural del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- V_{ea,i_t} : Valor del componente accesorios del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- V_{lum,i_t} : Valor del componente iluminación del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.

Valor de los paraderos de buses asociados a una pasarela

El cálculo del valor del activo paradero de bus se presenta en la Ecuación (1.4).

$$V_{pb,i_t} = V_{ee,i_t} + V_{ea,i_t} \quad (1.4)$$

Donde:

- V_{pb,i_t} : Valor del activo paraderos de buses del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- V_{ee,i_t} : Valor del componente estructural del activo paradero de buses del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- V_{ea,i_t} : Valor del componente accesorios del activo paradero de buses del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.

Valor de las aceras peatonales asociadas a una pasarela

El cálculo del valor del activo aceras peatonales se presenta en la Ecuación (1.5).

$$V_{ap,i_t} = V_{cap,i_t} \quad (1.5)$$

Donde:

- V_{pb,i_t} : Valor del activo aceras peatonales del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- V_{cap,i_t} : Valor del componente aceras peatonales del activo aceras peatonales del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.

b. Cálculo de Costo Histórico (CH)

El cálculo del CH puede realizarse según se requiera a nivel de grupos de activos, activos, componente (en términos generales, de manera similar a las formulaciones para el cálculo de valor) y hasta nivel de elementos, por ejemplo, para los componentes que usan Depreciación Lineal como son el componente accesorios del activo pasarelas y el componente estructural del activo paraderos, los que poseen elementos con distintas vidas útiles y por tanto distinto comportamiento de su valor, entonces se hace necesario evaluar por elemento. Este costo se determina a partir de la información descrita en los planos As-Built de diseño. Luego, el CH se obtiene según se indica en las siguientes ecuaciones.

C.H. del grupo de activos:

$$\begin{aligned} CH_{ppa,i_t} &= CH_{pp,i_t} + CH_{pb,i_t} + CH_{ap,i_t} \\ CH_{PPA,i_t} &= \sum_{i=1}^{N_{PPA}} CH_{ppa,i_t} \end{aligned} \quad (1.6)$$

Donde:

- CH_{PPA_t} : Costo Histórico de todos los grupos de la concesión en el tiempo “t”, en UF.
- CH_{ppa,i_t} : Costo Histórico del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- N_{PPA} : Número total de grupos de pasarela, paraderos y aceras de la carretera.
- CH_{pp,i_t} : Costo Histórico del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- CH_{pb,i_t} : Costo Histórico del activo paradero de bus del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- CH_{ap,i_t} : Costo Histórico del activo aceras peatonales del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- t : Tiempo en el que se realiza el cálculo del Costo Histórico.

C.H. a nivel de activo (con el activo pasarela peatonal de ejemplo):

$$CH_{pp,i_t} = CH_{ee,i_t} + CH_{ea,i_t} + CH_{lum,i_t} \quad (1.7)$$

Donde:

- CH_{pp,i_t} : Costo Histórico del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- CH_{ee,i_t} : Costo Histórico del componente estructural del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- CH_{ea,i_t} : Costo Histórico del componente accesorios del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- CH_{lum,i_t} : Costo Histórico del componente iluminación del activo pasarela peatonal del grupo “i” en el tiempo “t”, en UF.
- t : Tiempo en el que se realiza el cálculo del Costo Histórico.

C.H. a nivel de componente:

$$CH_{comp,i,t} = \sum_{j=1}^{N_{comp}} PU_{j,i} \cdot N_{j,i} \quad (1.8)$$

Donde:

- $CH_{comp,i,t}$: Costo histórico del componente “i” en el tiempo “t”, en UF.
 N_{comp} : Número total de elementos del componente “i”.
 $PU_{j,i}$: Precio unitario del elemento “j” del componente “i”, en UF/Un o UF/m o UF/m2 o UF/m3.
 $N_{j,i}$: Cantidad de elementos “j” del componente “i”.
 t : Tiempo en el que se realiza el cálculo del Costo Histórico.

C.H. a nivel de elemento:

$$CH_{elem,i,t} = \sum_{j=1}^{N_{elem}} PU_{j,i} \cdot N_{j,i} \quad (1.9)$$

Donde:

- $CH_{elem,i,t}$: Costo histórico del elemento “i” en el tiempo “t”, en UF.
 N_{elem} : Número total de partidas del elemento “i”.
 $PU_{j,i}$: Precio Unitario de la partida “j” del elemento “i”, en UF/Un o UF/m o UF/m2 o UF/m3.
 $N_{j,i}$: Cantidad de partidas “j” del elemento “i”.
 t : Tiempo en el que se realiza el cálculo del Costo Histórico.

c. Elementos a valorizar de cada componente

Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Estructura

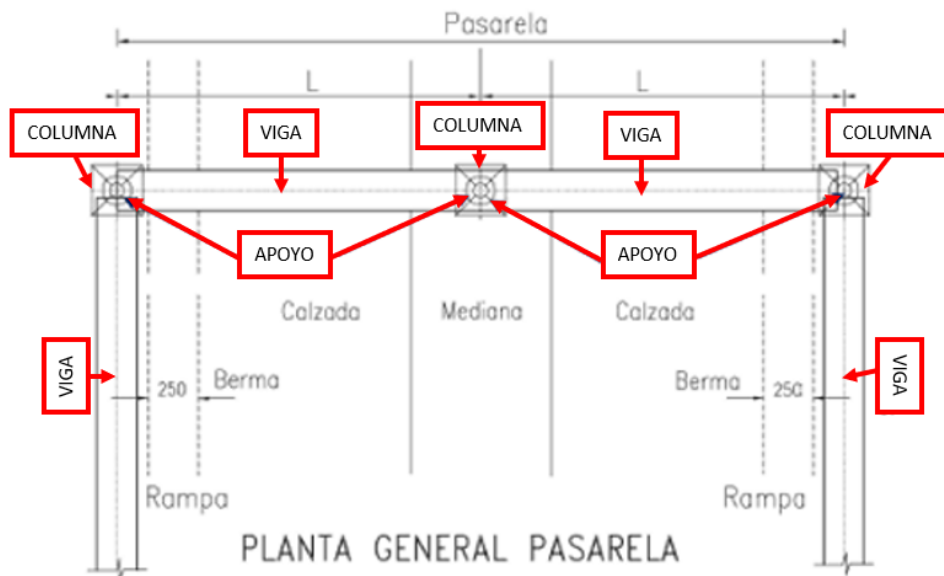


Figura 1.1. Vista en planta de pasarela peatonal y sus elementos estructurales a valorizar.

Fuente: Adaptada de Lámina 4.605.001 Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2022a).

Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Accesorios

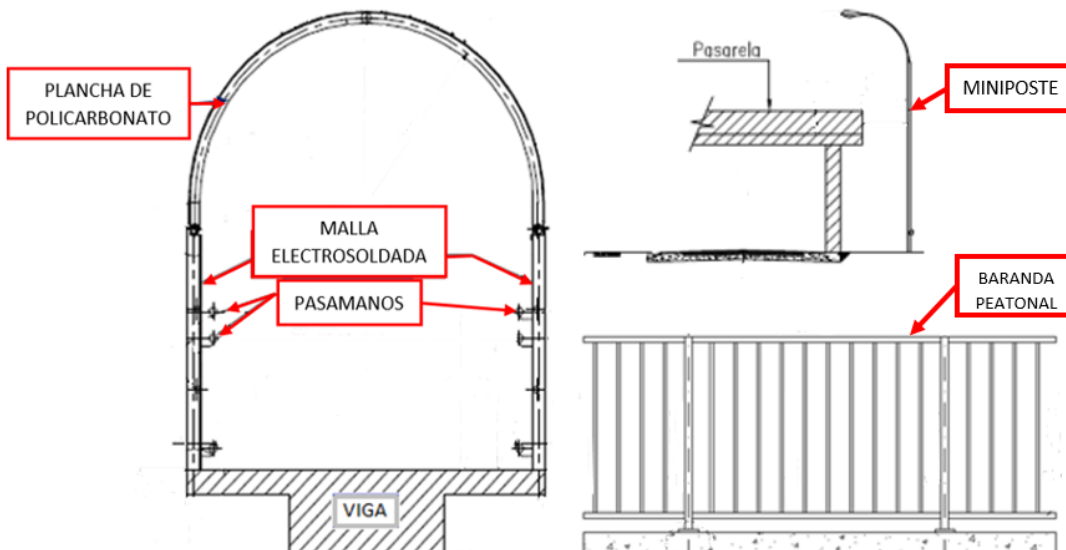


Figura 1.2. Vista lateral de pasarela peatonal y sus elementos accesorios a valorizar.

Fuente: Adaptada de Lámina 4.605.010 + Lámina 4.702.002 + Lámina 4.606.002 Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2022a).

Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Iluminación

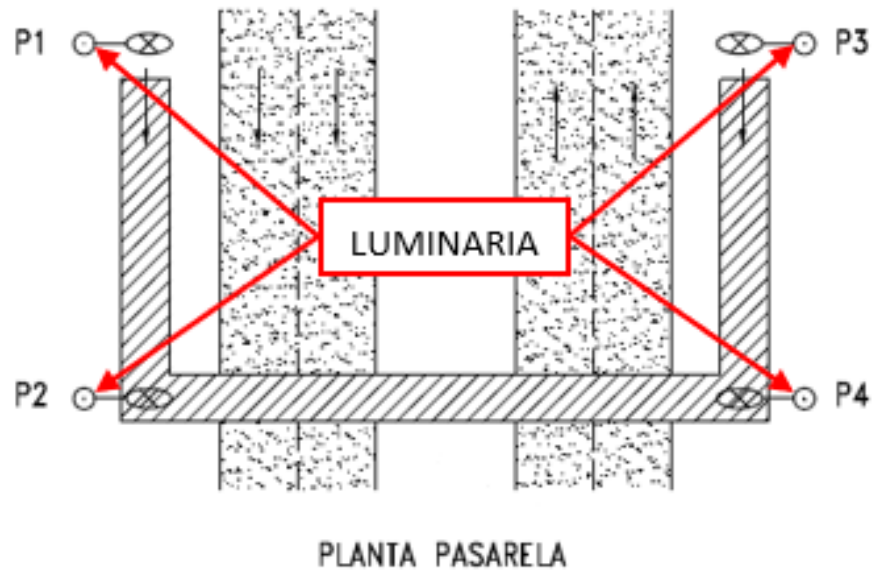


Figura 1.3. Vista en planta de pasarela peatonal y sus elementos de iluminación a valorizar.

Fuente: Adaptada de Lámina 4.702.002 Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2022a).

Activo: Paradero de Buses – Componente: Estructura

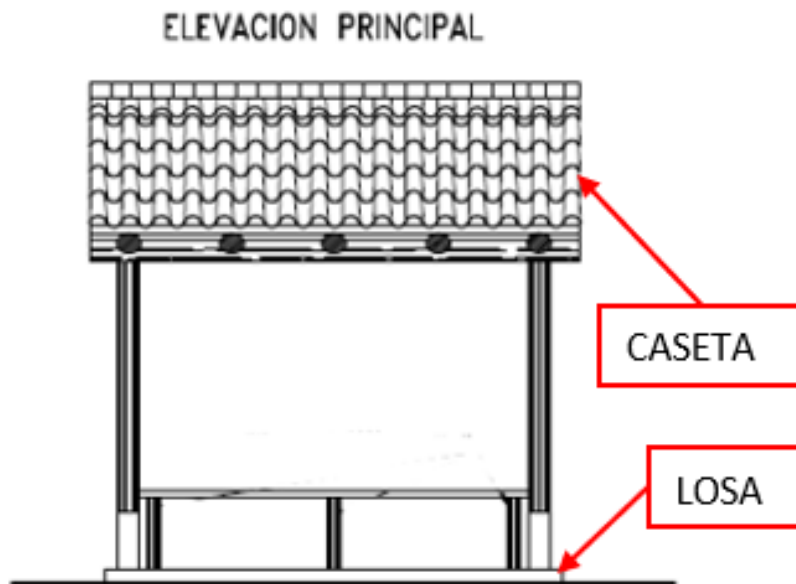


Figura 1.4. Vista frontal de paradero de buses y sus elementos estructurales a valorizar.

Fuente: Adaptada de Lámina 4.703.201 Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2022a).

Activo: Paradero de Buses – Componente: Accesorios

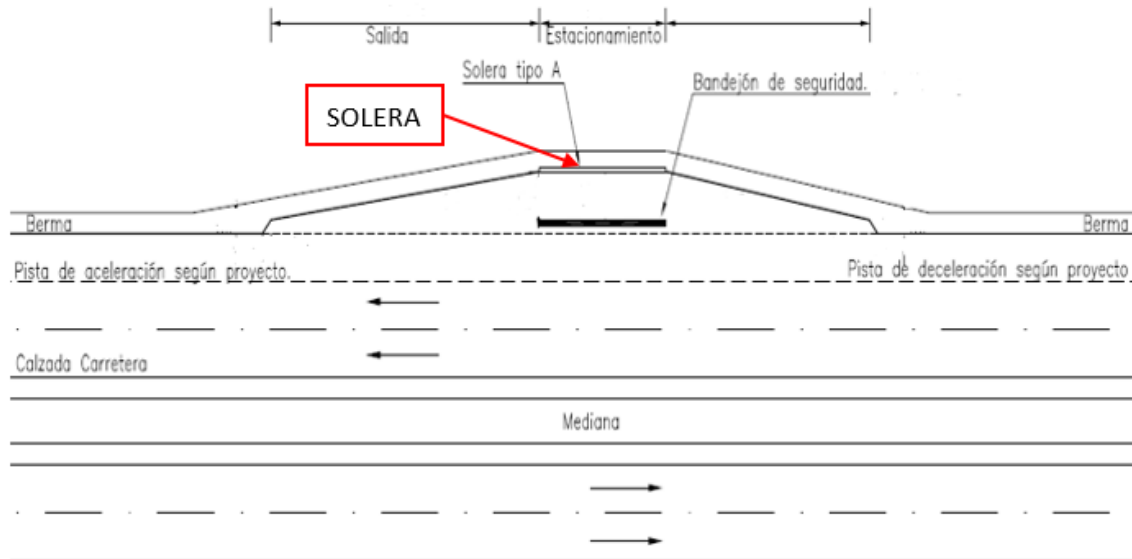


Figura 1.5. Vista en planta sector paradero de buses y su elemento accesorio a valorizar.

Fuente: Adaptada de Lámina 4.703.002 Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2022a).

Activo: Aceras Peatonales

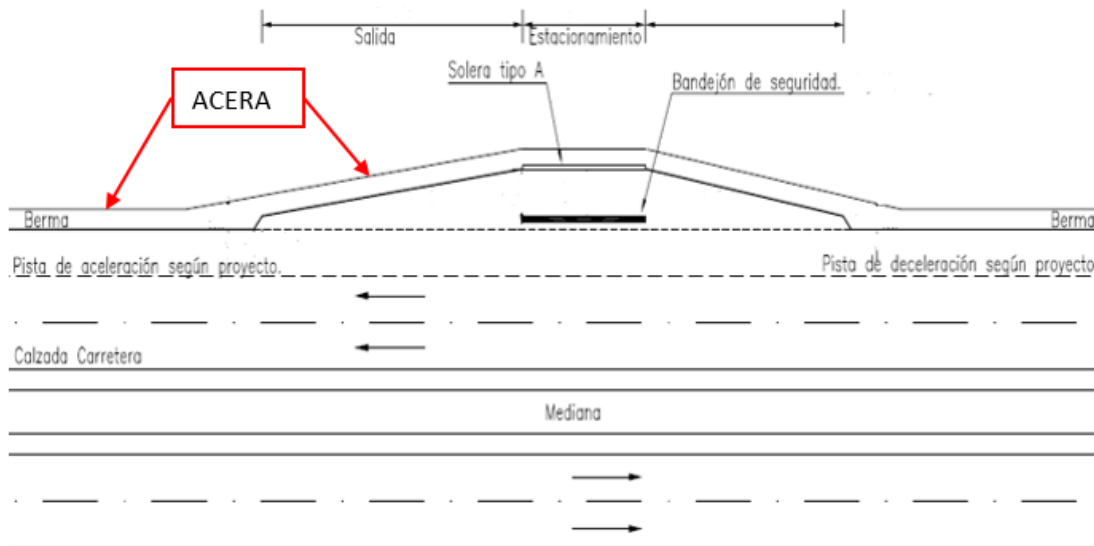


Figura 1.6. Vista en planta sector acera peatonal y su elemento a valorizar.

Fuente: Adaptada de Lámina 4.703.002 Manual de Carreteras Volumen 4 (MOP, 2022a).

d. Elección de metodologías por componente

Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Estructura

En la memoria de Camila Fernández (Fernández, C., 2021) se planteó que, con los datos de presupuestos disponibles, se puede apreciar que las pasarelas peatonales generalmente se dividen en dos grandes ítems (Infraestructura y Superestructura), cuyos porcentajes estimados respecto del CH fueron de alrededor del 35% y 65% respectivamente. Estos porcentajes varían según la tipología de la pasarela evaluada y los precios fijados en las bases de licitaciones, pero los presupuestos para estimarlos es información disponible para el concesionario.

Por otro lado, a partir de las exigencias presentes en las BALI y los requerimientos identificados respecto del Nivel de Servicio (NS), se proponen las siguientes condiciones para evaluar su condición:

- Superestructura (sistema estructural del tablero y la superficie de circulación): No debe presentar deformaciones, asentamiento, enfierradura a la vista, ni hormigón agrietado sin sellar o faltante.
- Infraestructura (Fundaciones y cepas): No debe presentar deterioros de las barras antisísmica, daños en columnas por efecto de impactos; ni corrosión de vigas y/o columnas, ni agrietamientos, descascaramiento, fisuras desprendimientos, florescencia o carbonatación en los hormigones; ni corrosión, laminación.

Teniendo en cuenta que un componente se declara en estado de incumplimiento, si no se cumple la condición, esta evaluación está sujeta a la apreciación de las personas que realizan la inspección respaldando esto con la ficha de deterioro y el informe anual sobre el estado de la estructura.

Además, del análisis de Ventajas, Desventajas y Costo de Implementación de métodos de valorización basados en el costo (Delgadillo et al., 2021) descrito en términos generales en el apartado 1.1.2, de las metodologías existentes se reduce a 3 opciones a utilizar para los componentes de pasarelas (DL, VFRCL y VARCL), de entre las cuales para el componente estructural de pasarelas, en dicha memoria se propone utilizar la metodología de Valor Ajustado Respecto a Condición Límite (VARCL), con las siguientes consideraciones para definir su condición en el tiempo (pt):

- Si la pasarela se encuentra en estado de cumplimiento para los componentes de la superestructura y la infraestructura, pt es equivalente a 1.
- Si la pasarela se encuentra en estado de incumplimiento en la infraestructura, pt es equivalente a 0.65 debido a que este valor representa una pérdida equivale a 0.35.
- Similar a lo anterior si la pasarela se encuentra en estado de incumplimiento en la superestructura, pt es equivalente a 0.35.
- Si la pasarela se encuentra en estado de incumplimiento en la Superestructura e infraestructura, pt es equivalente a 0.
- La mejor condición (pbest) es equivalente al valor 1 y la peor (pworst) equivale al valor 0.

Finalmente, se concluye que este método es más objetivo y útil, teniendo en cuenta que las consideraciones mencionadas están asociadas al valor del componente incentivando al concesionario a estar siempre en un estado de cumplimiento para que el componente no pierda valor, por lo que es muy útil para evaluar la gestión del concesionario.

Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Accesorios

Se propone utilizar la metodología de depreciación lineal (DL) con condicionales de integridad, valorizando cada elemento por separado. Cada elemento debe estar en estado de cumplimiento para ser valorizado mediante DL, en caso contrario su valor es igual a cero. Las condiciones son:

- Mini postes: Se deben encontrar íntegros, no debe poseer roturas o elementos sueltos.
- Barandas o Pasamanos: Se deben encontrar íntegras, no debe poseer elementos sueltos o faltantes.
- Vallas peatonales: Se deben encontrar íntegras, no debe poseer elementos sueltos o faltantes.
- Mallas electrosoldadas: Se deben encontrar íntegras y no deben poseer trozos faltantes.
- Planchas de policarbonato alveolar: Se debe encontrar íntegras y no debe poseer trozos faltantes.

Esta metodología es escogida porque no se tiene un indicador de condición compatible para utilizar en la valorización, además el bajo costo de estos activos no requiere el desarrollo de un indicador debido a que esto involucraría más costo de trabajo. También se tiene que los elementos nombrados anteriormente son elementos que no poseen una vida útil tan corta, sino que varía entre 10 a 30 años, por lo que el elemento se mantiene rutinariamente y serán reemplazados sólo si se posee elementos o trozos faltantes.

Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Iluminación

Se propone usar la metodología de Valor Fijo Respecto a Condición Límite (VFRCL), que consiste en que la luminaria conserva su valor correspondiente a su costo histórico (CH) en caso de encontrarse en cumplimiento de su condición de integridad y funcionalidad o 0 en caso de encontrarse en estado de incumplimiento. Luego, dicha condición se define de la siguiente manera:

- Luminaria: Se deben encontrar íntegras y funcionales. No puede faltar ningún elemento del sistema de iluminación.

Esta metodología es escogida ya que la luz led posee una vida útil corta, de alrededor de 5 años por lo que no tiene sentido depreciarla, sino que mantendrá su valor si está funcionando y se reemplazará de forma inmediata cuando ya no cumpla su condición. Las condiciones fueron establecidas según los indicadores de condición establecidos para el nivel de servicio en memorias anteriores.

Activo: Paraderos de Buses – Componente: Estructura

Se propone utilizar la metodología de depreciación lineal (DL) con condicionales de integridad, valorizando cada elemento por separado. Cada elemento debe estar en estado de cumplimiento para ser valorizado mediante DL, en caso contrario su valor es igual a cero. Las condiciones son:

- Caseta de albañilería: El paradero debe encontrarse íntegro, sin fierro a la vista y sin trozos faltantes.
- Losa: No debe presentar baches, deformaciones y/o cualquier irregularidad que altere una superficie adecuada.

Esta metodología es escogida ya que en general sus elementos poseen una vida útil relativamente larga, alrededor de 30 años, por lo que si se espera que el activo vaya perdiendo valor al pasar los años y agregando valor al momento de que sea intervenido con una mantención. A demás se considera este método porque es fácil de aplicar y no se requiere un método más sofisticado debido al bajo valor del activo.

Activo: Paraderos de Buses – Componente: Accesorios

Se propone usar la metodología de Valor Fijo Respecto a Condición Límite (VFRCL), que consiste en que la solera conserva su valor correspondiente a su costo histórico (CH) en caso de encontrarse en cumplimiento de su condición de integridad o 0 en caso de encontrarse en estado de incumplimiento. Luego, dicha condición se define de la siguiente manera:

- Solera: No debe presentar daños integrales, ni elementos sueltos o faltantes.

Para la solera se escoge el método de valor fijo respecto a la condición límite, debido a que generalmente se reemplazan si se encuentran dañadas y no se le realiza una rehabilitación mayor si no que una mantención rutinaria que no necesariamente le agrega valor como una limpieza.

Activo: Aceras Peatonales

Se propone usar la metodología de Valor Fijo Respecto a Condición Límite (VFRCL), que consiste en que la acera conserva su valor correspondiente a su costo histórico (CH) en caso de encontrarse en cumplimiento de su condición de integridad y funcionalidad o 0 en caso de encontrarse en estado de incumplimiento. Luego, dicha condición se define de la siguiente manera:

- El escalonamiento no debe superar los 20 [mm].
- La pérdida de material o saltadura no debe ser mayor a 25 cm² por paño o losa.
- El ancho máximo de grietas no debe superar los 6[mm]
- No debe haber más de dos trozos por paño o losa.
- No debe haber armaduras expuestas al aire.

Estas condiciones se evalúan cada 50[m], la cual representa la máxima distancia entre una rampa de una pasarela y el paradero de bus.

Este método se utiliza debido a que las aceras peatonales, no poseen un índice de condición compatible para la valorización, además no se encuentra en la literatura una vida útil establecida para este activo. Por lo que a priori se recomienda utilizar esta metodología teniendo en cuenta que generalmente las aceras peatonales también poseen un bajo valor comparado con otros activos.

1.2. Limitaciones e Identificación de Ajustes

En base a las metodologías propuestas para cada componente, se identifican las limitaciones de cada una de ellas y se sugieren posibles ajustes acorde a las necesidades de cada componente según se detalla a continuación.

1.2.1. Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Estructura

a. Limitaciones

Este componente utiliza la metodología de valor ajustado respecto a la condición límite (VARCL) para su valorización y en él se diagnostican las siguientes limitaciones:

La metodología propuesta solo considera la condición de los sub componentes estructurales superestructura e infraestructura (sin la interfaz) y sus pesos estructurales están basados netamente en su peso económico respecto del componente estructural, con un 65% y 35% respectivamente, estimados en base a presupuestos de bases de licitación.

Los deterioros considerados no son necesariamente los más determinantes en el desempeño.

La metodología propuesta solo considera la presencia de ciertos deterioros, sin hacer diferencia entre el grado de influencia de los deterioros en el desempeño estructural, es decir, no considera pesos estructurales de los deterioros.

La metodología propuesta no tiene parámetros claros para poder definir la condición de manera objetiva y cuantitativa.

b. Identificación de ajustes

Dadas las limitaciones detectadas, se identifican los siguientes ajustes necesarios:

Luego de la consulta a expertos estructurales, se identifica la importancia de otro sub componente estructural de gran importancia, correspondiente a la interfaz, asociada a los elementos de apoyo entre superestructura e infraestructura, cuya condición es determinante en el desempeño estructural, siendo el nexo de interacción entre los otros dos sub componentes, por lo que se decide considerar su condición. En base a la misma consulta a expertos, se determina un 20% de peso estructural para la interfaz, un 40% para la superestructura y un 40% para la infraestructura.

Teniendo en cuenta, las bases de la metodología I3MOP para la evaluación de puentes en nuestro país, se identifican los deterioros que aplican para las pasarelas y de estos, cuáles son los más influyentes en el desempeño estructural de las pasarelas.

También en base a la metodología I3MOP, se reconocen los pesos de estos deterioros, es decir que tan importante es la presencia de cierto deterioro en el desempeño estructural de un elemento que puede presentar dicho deterioro.

Se proponen, dentro de la información de condición requerida para la valoración, indicadores claros para la determinación cuantitativa de los parámetros de condición, con sus respectivas unidades muestrales, metodologías y frecuencias de medición.

1.2.2. Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Accesorios

a. Limitaciones

Este componente utiliza la metodología de Depreciación Lineal (DL) a nivel de elemento para su valorización y en él se diagnostican las siguientes limitaciones:

La metodología propuesta de DL al depender en gran medida de la vida útil (VU) de sus elementos, esto implica que la precisión de la valoración depende mucho de la precisión con que fue estimada la VU, la cual fue estimada en base a las materialidades de sus elementos.

La metodología propuesta no presenta limitaciones en el caso en que la vida útil es menor al período de la concesión y señala reposición de elementos solo en el caso de trozos faltantes, por lo que presenta inconsistencias en la valoración con valores negativos.

Presenta vidas útiles fijas para cada elemento, sin considerar la variación en el caso de que los elementos sean distintos (por ejemplo, por causa de cambio en la normativa y sus requerimientos) y su VU sea diferente introduciendo incertidumbre en la valoración.

La metodología propuesta no tiene parámetros claros para poder definir la condición de manera objetiva y cuantitativa.

b. Identificación de ajustes

Dadas las limitaciones detectadas, se identifican los siguientes ajustes necesarios:

Reformulación de la ecuación de DL, con ajustes en la definición de variables y parámetros contemplados, y la adición de restricciones lógicas, con el fin de mejorar la precisión y confiabilidad de los resultados de la valorización.

Se indican vidas útiles propuestas en base a los tipos de elementos específicos que se usaron para la estimación, sin embargo, se indica que se debe realizar un estudio de vida útil específico al elemento a utilizar para reducir la imprecisión en la valoración.

Se proponen, dentro de la información de condición requerida para la valoración, indicadores claros para la determinación cuantitativa de los parámetros de condición, con sus respectivas unidades muestrales, metodologías y frecuencias de medición.

1.2.3. Activo: Pasarela Peatonal – Componente: Iluminación

a. Limitaciones

Este componente utiliza la metodología de valor fijo respecto a la condición límite (VFRCL) a nivel de elemento para su valorización y en él se diagnostican las siguientes limitaciones:

La metodología propuesta no tiene parámetros claros para poder definir la condición de manera objetiva y cuantitativa.

b. Identificación de ajustes

Dadas las limitaciones detectadas, se identifican los siguientes ajustes necesarios:

Se proponen, indicadores claros para la determinación cuantitativa de los parámetros de condición, con sus respectivas unidades muestrales, metodologías y frecuencias de medición.

1.2.4. Activo: Paradero de Buses – Componente: Estructura

a. Limitaciones

Este componente utiliza la metodología de DL a nivel de elemento para su valorización y en él se diagnostican las mismas limitaciones que para el componente accesorios de pasarelas (1.2.2.a) al usar la misma metodología de base y la misma forma de determinar las VU y condición de sus elementos.

b. Identificación de ajustes

Al coincidir en metodología y limitaciones respecto del componente accesorios de pasarelas, se proponen los mismos ajustes (1.2.2.b).

1.2.5. Activo: Paradero de Buses – Componente: Accesorios

a. Limitaciones

Este componente utiliza la metodología de valor fijo respecto a la condición límite (VFRCL) a nivel de elemento para su valorización y en él se diagnostican las siguientes limitaciones:

La metodología propuesta no tiene parámetros claros para poder definir la condición de manera objetiva y cuantitativa.

b. Identificación de ajustes

Dadas las limitaciones detectadas, se identifican los siguientes ajustes necesarios:

Se proponen, dentro de la información de condición requerida para la valoración, indicadores claros para la determinación cuantitativa de los parámetros de condición, con sus respectivas unidades muestrales, metodologías y frecuencias de medición.

1.2.6. Activo: Aceras Peatonales

a. Limitaciones

Este componente utiliza la metodología de valor fijo respecto a la condición límite (VFRCL) a nivel de elemento para su valorización y en él se diagnostican las siguientes limitaciones:

La metodología propuesta no tiene parámetros claros para poder definir la condición de manera objetiva y cuantitativa.

b. Identificación de ajustes

Dadas las limitaciones detectadas, se identifican los siguientes ajustes necesarios:

Se proponen, dentro de la información de condición requerida para la valoración, indicadores claros para la determinación cuantitativa de los parámetros de condición, con sus respectivas unidades muestrales, metodologías y frecuencias de medición.

2. Índice de Condición Estructural de Pasarelas (ICEP)

En este capítulo se abordará el tema del índice de condición estructural de pasarelas peatonales, el cual se identifica como una de los ajustes necesarios más importantes de esta investigación, ya que es requisito fundamental para la aplicación de la metodología propuesta (VARCL) para el componente estructural de pasarelas, correspondiente al componente de mayor importancia no tan solo desde el punto de vista estructural, sino que también económico al ser el componente de mayor valor.

2.1. Antecedentes

A modo de antecedentes, se cuenta con el trabajo realizado en la memoria “Propuesta de Valorización de Pasarela Peatonal, Paradero de Bus y Acera Peatonal Compatible con el Nivel de Servicio de Carreteras Interurbanas Concesionadas” (Fernández, C., 2021), el cual se encuentra directamente relacionado con el “Hito 1: Estado del Arte y de la Práctica en Metodologías de Valorización de Activos Viales” (Delgadillo et al., 2021b) e “Hito 2: Desarrollo de Modelo de Valorización de Activos Viales Concesionados” (Delgadillo et al., 2022a) del proyecto FONDEF 20I10072, dado que dicha memoria se generó en el contexto del desarrollo de este último y gracias a estos estudios, surge la necesidad de desarrollar metodologías de valorización e indirectamente un índice objetivo y cuantitativo vinculado a la condición estructural de pasarelas.

Además, se cuenta con el Informe de Inspección Anual de Estructuras de INES Ingeniero Consultores, el cual brindó un tipo de ficha de referencia y forma de evaluar la condición de los elementos de estructuras tipo puente.

También se cuenta con la metodología I3MOP usada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) para la evaluación de la condición de estructuras tipo puente, la cual permitió recaudar información valiosa asociada a factores de importancia de los deterioros que afectan a los elementos de este tipo.

Finalmente, se cuenta el informe “Maintenance prioritisation framework for Taiwan’s pedestrian bridges” (Tabor et al., 2022), permitió rectificar y avalar el desarrollo del ICEP propuesto.

2.2. Inspección de elementos

En un principio, a modo de simplificación de la inspección de elementos, de tal manera de disminuir los costos asociados, se reconocen de entre todos los elementos estructurales de una pasarela los que se consideran más importantes desde el punto de vista estructural, es decir, los que, en caso de encontrarse en mal estado o incumplimiento, influyen de manera más significativa en el desempeño estructural de la pasarela. Para cumplir con lo anterior, se revisaron los pesos de los elementos que considera la metodología I3MOP desarrollada para evaluar la condición de estructuras tipo puente, de donde se observa una mayor importancia de las columnas, vigas y apoyos; los que a su vez forman parte y son representativos de los sub componentes estructurales infraestructura, superestructura e interfaz respectivamente.

Luego, para la evaluación al momento de realizar la inspección del tipo visual, se considera como referencia las fichas del Informe de Inspección Anual de Estructuras realizado por INES Ingenieros Consultores a varias rutas concesionadas de nuestro país (ver Tabla 3.3 y Tabla 3.4).

2.3. Peso estructural de los elementos representativos

Para la determinación de los pesos estructurales de los elementos representativos, se recurrió a un panel de expertos en el área estructural de este tipo de estructuras, los cuales mediante consenso propusieron el uso de peso estructural del 40% para columnas y vigas y del 20% para los apoyos.

Como puntos a considerar en la determinación de estos pesos, se tuvo en cuenta los tipos de deterioros que presentan estos elementos, las severidades con que afectan estos deterioros a los elementos representativos de cada subcomponente, la frecuencia con que se presentan estos deterioros, la vida útil que suelen tener estos elementos dadas sus materialidades, la forma de evaluar los deterioros y la manera en cómo suelen medirse y el peso económico respecto del total del componente estructural y del total de las obras de una pasarela (grupo de activos).

2.4. Pesos de los deterioros de los elementos representativos

En cuanto a la determinación de los pesos de los deterioros también se consideró lo estipulado en la metodología I3MOP para la evaluación de estructuras tipo puente, en la cual se proponen factores de importancia de los deterioros, formas de evaluar y calificar, e indica a qué tipo de elementos afecta. Es así, que acotando la cantidad de deterioros a considerar en la evaluación de estos elementos (6 deterioros por elemento representativo) y ponderando estos factores se obtiene un porcentaje de importancia estructural para cada deterioro asociado a cada elemento (Tabla 3.2).

Por otro lado, según las tipologías de pasarelas detectadas en un catastro realizado, las vigas suelen presentar ambos tipos de materialidades, es decir, acero y hormigón, por lo que se obtienen los pesos de los deterioros para ambos casos de manera específica.

2.5. Rectificación del ICEP desarrollado

Una vez que se obtuvo una propuesta de ICEP de la manera descrita en los puntos anteriores, mediante la constante búsqueda en la literatura acerca de estudios relacionados al desarrollo de índices de condición estructural de pasarelas o similares, se halló una referencia desde Taiwán denominado “Maintenance prioritisation framework for Taiwan’s pedestrian bridges” (Tabor et al., 2022) en el que, coincidentemente se había desarrollado de manera muy similar el índice en cuestión y de manera específica también para pasarelas pero abordando una mayor cantidad de tipos de pasarelas (6) que por cierto en su mayoría no se encuentran en nuestro país. Sin embargo, en términos generales se usaron los mismos elementos necesarios para la obtención del índice, que son: identificación de los elementos estructurales a considerar, peso estructural de los elementos, pesos de los deterioros considerados para cada elemento, fichas de evaluación de la condición mediante inspección visual, umbrales de condición estructural para determinar el estado de cumplimiento o incumplimiento de los elementos, etc.

Lo anterior, vino a rectificar positivamente el trabajo realizado previamente y a avalar la efectividad del ICEP, además, junto a otros ajustes realizados a la metodología para valorizar el componente estructural, afinar el modelo y permitir su aplicación. Finalmente, cabe señalar que este procedimiento tiene un campo amplio de aplicación para el desarrollo de nuevos índices técnicos y que estos sirvan como punto de partida objetivo y de fácil seguimiento.

3. Modelo Ajustado de Valorización de Pasarelas

3.1. Valor del Componente Estructural de Pasarelas Peatonales

En este apartado se detalla el modelo ajustado de valorización del componente estructural de pasarelas (3.1.1), la información requerida por el modelo (3.1.2) y su procedimiento de aplicación (3.1.3).

En general, este componente suele dividirse en tres grandes subcomponentes denominados Infraestructura, Superestructura e Interfaz. Con el fin de simplificar la inspección y calificación de la condición del componente estructural, se consideran los tres elementos más representativos desde el punto de vista estructural: para la superestructura se consideran como elementos representativos las vigas, para la infraestructura las columnas y para la interfaz entre estas, los apoyos o placas de neopreno. De esta manera, basta con inspeccionar el elemento representativo de cada subcomponente para determinar la condición, es decir, el cumplimiento o no del subcomponente.

3.1.1. Modelo Ajustado

a. Cálculo del CH

El costo histórico de este componente se obtiene según se indica en la Ecuación (1.8), considerando los sub componentes (infraestructura, superestructura e interfaz), partidas y unidades mostradas en la Tabla 3.1 con un ejemplo de partidas contempladas para este componente.

b. Cálculo del valor

El cálculo del valor del componente estructural de una pasarela peatonal se presenta en la Ecuación (3.1), la cual toma valor nulo cuando la pasarela ha cumplido su vida útil.

Si $t \leq T_{pp,i}$ o $t > T_{pp,i}$ y hubo reemplazo al cumplir la vida útil

$$V_{ee,i_t} = CH_{ee,i_t} \cdot \left(\frac{P_{ee,i_t} - P_{peor}}{P_{mejor} - P_{peor}} \right) \quad (3.1)$$

Si $t > T_{pp,i}$ y no hubo reemplazo al cumplir la vida útil

$$V_{ee,i_t} = 0$$

Donde:

- V_{ee,i_t} : Valor del componente estructural del activo pasarela peatonal del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.
- CH_{ee,i_t} : CH del componente estructural del activo pasarela peatonal del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.
- P_{ee,i_t} : Índice de condición estructural del activo pasarela peatonal del grupo "i" en el tiempo "t", de acuerdo a la Tabla 3.5.
- P_{mejor} : Mejor condición posible de los elementos estructurales, con valor de 1.
- P_{peor} : Peor condición posible de los elementos estructurales, con valor de 0.
- $T_{pp,i}$: Vida Útil de la pasarela peatonal del grupo "i", en años. Según Tabla 1.1.
- t : Tiempo en el que se realiza el cálculo.

3.1.2. Información Requerida

a. Datos de Inventario

La información de inventario del componente, obtenida de los planos As-Built, requiere la distinción clara de la ubicación y las dimensiones de todos sus elementos de manera que permita cubicarla. Por tanto, debe ser lo suficientemente detallada para poder calcular el costo histórico del componente, indicando ubicación del grupo (kilometraje), espesores, longitudes, materialidades, cantidades y posiciones de todos los elementos.

Además, la información de inventario del componente deberá ser presentada de manera separada entre sus sub componentes (infraestructura, superestructura e interfaz).

b. Datos de precios unitarios

Información basada en los precios unitarios presentados en las Bases de Licitación para componente estructural de pasarelas peatonales. En la Tabla 3.1 son presentadas algunas partidas para el cálculo del costo histórico del componente. Algunas partidas se encuentran itemizadas según el Manual de Carreteras, Volumen N°5 (MOP, 2022b), mientras que otras se obtienen de bases de licitación de concesiones viales en explotación (MOP, 2021a). Sin embargo, no todos los ítems fueron encontrados en documentos oficiales.

Tanto las partidas como los precios unitarios (en Unidades de Fomento) deben definirse en el anexo correspondiente del contrato de licitación. Se consideran todas aquellas partidas involucradas en la construcción del activo (planos As-Built), según las disposiciones definidas en el mismo contrato.

En caso de construirse o reconstruirse una sección con materiales que no estén tabulados en las bases de licitación de la concesión, deberán ser incluidos de manera apropiada para la valorización.

Tabla 3.1. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente estructural de pasarelas.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
INFRAESTRUCTURA		
202-5	Excavación a Maquina en Puentes y Estructuras	m ³
206-2	Relleno Estructural Permeable	m ³
504-1	Moldaje	m ²
503-2	Acero A63-42H	Kg
501-1	Hormigón G05	m ³
501-14	Hormigón G25 / SM	m ³
412-2	Impermeabilización de Muros y Estribos	m ²
509-1	Pila Preexcavada In-situ	m ³

SUPERESTRUCTURA		
501-14	Hormigón G25 / SM	m ³
506-20	Vigas Pretensadas L < 15m	N°
506-22	Vigas Pretensadas 20m ≤ L < 25m	N°
INTERFAZ		
514-1	Placas de Neoprenos	N°
513-1	Anclajes Antisísmicos	N°

c. Datos de Condición

A modo resumen, se muestra un paso a paso para la obtención del índice de condición estructural:

1. Realizar la inspección visual, donde el experto debe puntuar de 1 a 5 (según el grado de deterioro GD_{j,i_t} descrito en la Tabla 3.3) cada uno de los 6 deterioros considerados para cada uno de los 3 elementos representativos de los subcomponentes.
2. Calcular el puntaje CE_{i_t} para los 3 elementos, usando los pesos de los deterioros $PD_{j,i}$ de la Tabla 3.2 y los grados de deterioro GD_{j,i_t} más desfavorables detectados luego de la inspección visual.
3. Verificar el cumplimiento de condición de estos 3 elementos, observando si la CE_{i_t} es igual o inferior a 3, es decir, en estado aceptable, calculada según la Tabla 3.4 y la Ecuación (3.2).
4. Finalmente, a partir de la verificación del paso anterior, obtener el índice P_{ee,i_t} según se indica en la Tabla 3.5.

Paso 1: Realización de inspección visual

Para evaluar el cumplimiento o no de los elementos, es necesario realizar una inspección visual por parte de un profesional acorde, que revise los deterioros específicos asociados a cada elemento y el grado de deterioro que presentan. La frecuencia de inspección se propone mensual.

Dado que, cada deterioro influye de distinta forma en el desempeño de cada elemento, se recoge información sobre los pesos de estos deterioros del software I3MOP para la inspección de puentes. A continuación, se muestran los deterioros considerados y los pesos de cada uno de los deterioros considerados para la inspección, lo que se definen en la Tabla 3.2:

Tabla 3.2. Pesos de los deterioros asociados a cada elemento.

Elemento	Deterioro	Peso deterioro "PD"
Columnas	Grietas o descascaramiento	20%
	Fisuras a partir de apoyo	18%
	Deformación de cantiléver	17%
	Inclinaciones	2%
	Desconchón con armadura vista	12%
	Descalce	31%
Vigas de acero	Oxidamiento	2%
	Corrosión	17%
	Deformación	23%
	Pérdida de pernos	15%
	Fisuras en soldaduras	26%
	Piezas sueltas	17%
Vigas de hormigón	Fisuras en una dirección	44%
	Fisuramiento en red	26%
	Descascaramiento	4%
	Armadura al aire	15%
	Nidos de piedra	4%
	Eflorescencias	7%
Apoyos	Rotura del apoyo	17%
	Rotura de accesorios	17%
	Salida de anclajes	14%
	Rotura del disco	24%
	Deformaciones raras	17%
	Desplazamiento	11%

Además, para realizar la inspección visual, se asigna un puntaje de 1 a 5 según el grado de deterioro, tal como se indica en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Definición de la evaluación del daño de los elementos estructurales de pasarelas.

Puntaje	Grado deterioro "GD"
1	No existe daño alguno
2	Daño en uno o dos puntos
3	Daños en muchos puntos
4	Menos de la mitad dañado
5	Casi todo dañado

Paso 2: Cálculo de los CE_{i_t}

Se plantea la siguiente formulación para la obtención de la calificación estructural " CE_{i_t} " de cada elemento " i " que va de 1 a 3 (vigas, columnas y apoyos) en el instante " t ". Esta calificación se calcula como la suma de los productos entre el peso $PD_{j,i}$ por el grado GD_{j,i_t} del deterioro " j " asociados, considerando los 6 deterioros más influyentes en el desempeño para cada elemento. Dado que lo más común es que se presenten varios elementos tipo viga, columna o apoyo en la pasarela, se consideran los que tengan un mayor grado de deterioro, es decir, el caso más desfavorable para representar y calificar estructuralmente el elemento representativo o subcomponente. La calificación estructural se obtiene según la Ecuación (3.2):

$$CE_{i_t} = \sum_{j=1}^6 PD_{j,i} * GD_{j,i_t} \quad (3.2)$$

Donde:

- CE_{i_t} : Calificación estructural de cada elemento " i " (vigas, columnas y apoyos).
- $PD_{j,i}$: Peso relativo del deterioro " j " asociado a cada elemento " i ", según Tabla 3.2.
- GD_{j,i_t} : Grado de deterioro " j " asociado a cada elemento " i ", según Tabla 3.3.

Paso 3: Verificación de cumplimiento de condición

Una vez calculada esta calificación estructural para los 3 elementos representativos o subcomponentes, se debe verificar el cumplimiento de condición. El cumplimiento se define a partir de la calificación obtenida según la Tabla 3.4 y la Ecuación (3.2).

Tabla 3.4. Definición de la forma de puntuar y calificar los elementos y las pasarelas.

Puntaje	Calificación	Descripción
1	Muy Bueno	Sin deterioros.
]1 - 2]	Bueno	No son necesarias reparaciones salvo en ciertos elementos con deterioros leves.
]2 - 3]	Aceptable	Son necesarias reparaciones, pero el elemento continúa funcional.
]3 - 4]	Malo	Son necesarias reparaciones importantes y los elementos no funcionan tal y como fueron diseñados.
]4 - 5]	Muy Malo	Se necesitan reparaciones importantes de forma inmediata.

En caso de obtener un puntaje igual o inferior a 3, el elemento se encuentra en cumplimiento. En caso contrario, el elemento se encuentra en incumplimiento.

Paso 4: Obtención del Índice P_{ee,i_t}

Una vez determinada la condición de los elementos representativos, se considera un peso estructural de 40% para la superestructura/vigas, 40% para la infraestructura/columnas y 20% para la interfaz/apoyos. A su vez, el incumplimiento de alguno de estos elementos/subcomponentes, determinado en el paso anterior, implica una disminución del índice de condición estructural P_{ee,i_t} equivalente al peso estructural del elemento que no cumple. Por ejemplo, si las columnas y apoyos se encuentran en cumplimiento, pero las vigas no, el índice estructural P_{ee,i_t} se reducirá de 1 a 0.6, dado que el peso estructural de este elemento es del 40%.

A continuación, en la Tabla 3.5 se presentan todas las combinaciones posibles que definen el indicador de condición P_{ee,i_t} del componente estructural de la pasarela, en donde en cada casilla se define si el elemento se encuentra por el estado aceptable (“SI” cuando la CE_{i_t} está entre 1 y 3) o bajo el nivel aceptable (“NO” cuando la CE_{i_t} supera el puntaje 3).

Tabla 3.5. Definición de indicadores de condición P_{ee,i_t} para elementos estructurales de pasarela.

P_{ee,i_t}	Columnas (PE=40%)	Vigas (PE=40%)	Apoyos (PE=20%)
1.0	SI	SI	SI
0.8	SI	SI	NO
0.6	NO	SI	SI
	SI	NO	SI
0.4	SI	NO	NO
	NO	SI	NO
0.2	NO	NO	SI
0.0	NO	NO	NO

d. Datos de vida útil

Para definir la vida útil de la pasarela peatonal, se utilizan las vidas útiles consideradas para estructuras tipo puente (Tabla 1.1) de igual manera que lo hace la metodología actual (MOP, 2016). Estas vidas útiles dependen de la tipología de la estructura, es decir, de la materialidad de sus elementos representativos, por tanto, dependiendo de esta configuración será el valor límite que condicionará el valor de la pasarela, ya que una vez cumplida, el valor del componente será nulo.

3.1.3. Procedimiento

El procedimiento para la valorización del componente estructural de pasarelas incluye lo siguiente:

1. Recolectar la información requerida de inventario, precios unitarios y condición, descrita en el apartado 3.1.2.
2. Procesar la información de inventario de los elementos del componente estructural del activo pasarelas, identificando materialidades y sus volúmenes y/o cantidades de obras.
3. Calcular el costo histórico por sub componente estructural del activo pasarelas en base a los precios unitarios de construcción y a las cubicaciones según la Ecuación (1.8).
4. Procesar la información de condición de los elementos estructurales principales del activo pasarelas peatonales, identificando el cumplimiento de las condiciones de integridad correspondientes según lo indicado en el apartado 3.1.2c.
5. Calcular el valor del componente estructural del activo pasarela peatonal, según la Ecuación (3.1).

En la Figura 3.1 se presenta un diagrama de flujo para la valorización del componente estructural de una pasarela.

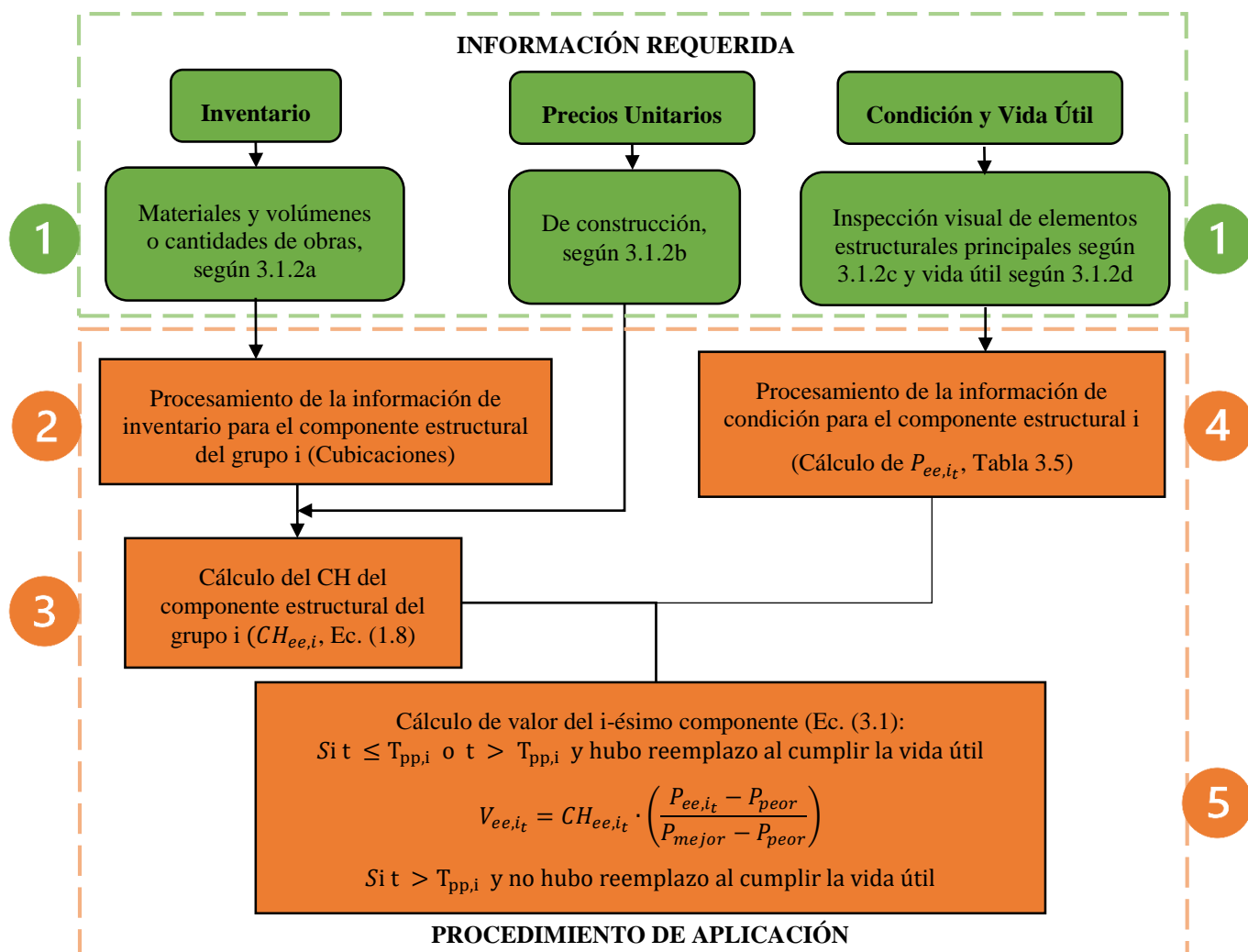


Figura 3.1. Diagrama de valorización del componente estructural de una pasarela peatonal.

ACTIVO	PASARELA PEATONAL	
VALOR ACTIVO	$V_{pp,i} = V_{ee,i} + V_{ea,i} + V_{lum,i}$ Ec. (1.3)	
COMPONENTE	ESTRUCTURA	
MÉTODO	Valor Ajustado Respecto a Condición Límite	
MODELO	<p>Si $t \leq T_{pp,i}$ o $t > T_{pp,i}$ y hubo reemplazo al cumplir la vida útil</p> $V_{ee,i} = CH_{ee,i} * \left(\frac{P_{ee,i} - P_{peor}}{P_{mejor} - P_{peor}} \right)$ <p>Si $t > T_{pp,i}$ y no hubo reemplazo al cumplir la vida útil</p> $V_{ee,i} = 0$ <p>Ec. (3.1)</p>	
INFORMACION REQUERIDA	Costo Histórico (CH)	$CH_{ee,i}$ Ec.(1.8)
		Precios unitarios y cubicaciones
		<p>Tablero</p> <p>Superficie de Circulación</p> <p>Columnas</p> <p>Vigas</p>
	Condición (P)	$P_{ee,i}$ (Tabla 3.5)
		Verificación Cumplimiento de Integridad
	Vida Útil (T)	<p>¿Elementos estructurales principales se encuentran en cumplimiento?</p> <p>Índices de condición deben tener una calificación mínima de 3 para estar en cumplimiento.</p>
$T_{pp,i}$ (Tabla 1.1)		
		Vida útil de la pasarela

Figura 3.2. Arquitectura del modelo de valorización del componente estructural de una pasarela.

3.2. Valor del Componente Accesorios de Pasarelas Peatonales

En este apartado se detalla el modelo ajustado de valorización del componente accesorios de pasarelas (3.2.1), la información requerida por el modelo (3.2.2) y su procedimiento de aplicación (3.2.3).

3.2.1. Modelo Ajustado

e. Cálculo del CH

El costo histórico de este componente se obtiene según se indica en la Ecuación (1.8). Además, como se mencionó anteriormente, dado que este modelo se basa en la Depreciación Lineal de sus elementos, los cuales tienen distintas vidas útiles, también deben ser calculados los costos históricos de sus elementos según se indica en la Ecuación (1.9). Las partidas y unidades mostradas en la Tabla 3.1 corresponden a un ejemplo de partidas contempladas para este componente.

f. Cálculo del valor

El cálculo del valor del componente accesorios de pasarelas se efectúa según la Ecuación (3.3).

$$V_{ea,i_t} = \sum_{k=1}^{N_{ea}} V_{ea,k_t} \quad (3.3)$$

$$V_{ea,k_t} = \begin{cases} CH_{ea,k} \cdot \left(\frac{T_{ea,k} - t}{T_{ea,k}} \right) & \text{si } P_{k_t} > P_{peor} \\ 0 & \text{si } P_{k_t} \leq P_{peor} \end{cases}$$

Donde:

V_{ea,i_t} : Valor del componente accesorios del activo pasarela del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.

V_{ea,k_t} : Valor del elemento "k" del activo pasarela peatonal del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.

N_{ea} : Número total de elementos del componente accesorios del activo pasarela peatonal del grupo "i".

CH_{ea} : Costo histórico del elemento "k" del activo pasarela peatonal del grupo "i", en UF, según la Ecuación (1.9).

$T_{ea,k}$: Vida útil del elemento "k" del activo pasarela peatonal del grupo "i", en años, según Tabla 3.8.

t : Año de análisis, en años.

P_{k_t} : Condición del elemento "k" del activo pasarela peatonal del grupo "i" en el tiempo "t".

$P_{k_t} = 1$, si el elemento accesorio "k" se encuentra en estado de cumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.2.2c.

$P_{k_t} = 0$, si el elemento accesorios "k" se encuentra en estado de incumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.2.2c.

P_{peor} : Peor condición posible de los elementos estructurales ($P_{peor} = 0$).

3.2.2. Información Requerida

a. Datos de Inventario

La información de inventario del componente, obtenida de los planos As-Built, requiere la distinción clara de la ubicación y las dimensiones de todos sus elementos de manera que permita ubicarla. Por tanto, debe ser lo suficientemente detallada para poder calcular el costo histórico del componente, indicando ubicación del grupo (kilometraje), espesores, longitudes, materialidades, cantidades y posiciones de todos los elementos.

b. Datos de precios unitarios

Tabla 3.6. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente accesorios de pasarelas.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	
710-1	Baranda Peatonal Pintada	m
711-1	Valla Peatonal	m
711-3	Valla Segregatorias	m
711-4	Malla electrosoldada	m ²
-	Plancha de Policarbonato	Nº
A	POSTES	
IL-015	Poste Fe galvanizado 12m, 1 gancho recto de 1,0m	Nº
IL-017	Poste Fe galvanizado 10m, 1 gancho recto de 0,5m	Nº
IL-018	Poste Fe galvanizado 5m, Ciclovía-Peatonal	Nº
IL-019	Transporte de Poste Fe galvanizado h>8m (10 x viaje de 10km)	Viajes
IL-020	Montaje de Poste Fe galvanizado	Nº
IL-029	Prov. y Montaje de Tierras de Protección Poste Fe galvanizado	Nº
IL-008	Excavaciones fundaciones postes PFV o Fe galv.	m ³
IL-009	Fundaciones postes PFV o Fe galvanizados	m ³

Es importante mencionar que las partidas definidas anteriormente representan un ejemplo para el cálculo del costo histórico y que, en caso de construirse con otros materiales, estos deben ser incluidos para la valorización.

Tanto las partidas como los precios unitarios (en Unidades de Fomento) deben definirse en el anexo correspondiente del contrato de licitación. Se consideran todas aquellas partidas involucradas en la construcción del activo, según las disposiciones definidas en el mismo contrato. Por otra parte, las partidas y su ítemización pueden ser actualizadas según el Manual de Carreteras vigente al momento de realizar el contrato de licitación.

c. Datos de Condición

A cada accesorio de la pasarela se le debe realizar una inspección visual. Si, luego de esta inspección visual, cada elemento cumple con su condición descrita en la Tabla 3.7, su variable de condición P_{k_t} tendrá valor 1 (cumple), en caso contrario, tendrá un valor 0 (no cumple).

Tabla 3.7. Definición de indicadores de condición para los elementos accesorios de pasarelas.

Unidades por evaluar	Mini postes, barandas y pasamanos, vallas peatonales, mallas electrosoldadas y planchas de policarbonato.
$P_{k_t} = 1$	Las unidades deberán cumplir individualmente con la siguiente condición de integridad: Buen estado: Está presente en su ubicación original, totalmente íntegro, funcional y no requiere ser reemplazado. También será asignado este valor si la unidad solo requiere mantención menor, como limpieza o mantención de rutina.
$P_{k_t} = 0$	Las unidades deberán cumplir individualmente con la siguiente condición de integridad: Mal estado: No está presente en su ubicación original, presenta grandes deformaciones, pérdida de material, está dañado y/o no funciona y requiere ser sustituido.
Metodología de medición	Requiere de información proveniente de la inspección visual al momento de la valoración, la cual se debe realizar con una buena iluminación para que el inspector pueda visualizar todos los detalles mencionados. El evaluador deberá revisar cada uno de los elementos accesorios y evidenciar los deterioros con fotografías y/o videos para justificar su evaluación. La frecuencia de inspección se propone mensual.

d. Datos de vida útil

Tanto para los accesorios de la pasarela peatonal como para los elementos de la estructura de paraderos de buses es necesario contar con la vida útil de los elementos. Esto se debe a que sus modelos de valorización están basados en depreciación lineal. La vida útil de estos elementos se detalla en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8. Vidas Útiles de los elementos cuyo modelo se basa en la depreciación lineal.

Componentes	Elementos	Vida útil [años]	Referencia
Accesorios (Pasarela Peatonal)	Mini postes	30	(Hogg, 2016)
	Barandas o Pasamanos	20	(ANDI, 2013)
	Vallas peatonales	20	(ANDI, 2013)
	Mallas electrosoldadas	22	(ANDI, 2013)
	Planchas de policarbonato	10	(DVP, 2015; Polymerland, 2017)
Estructura (Paraderos de Buses)	Caseta de Albañilería	30	(MOP, 2019)
	Losa	30	(MOP, 2019)

3.2.3. Procedimiento

El procedimiento para la valorización del componente accesorios de pasarelas incluye lo siguiente:

1. Recolectar la información requerida de inventario, precios unitarios y condición, descrita en el apartado 3.2.2.
2. Procesar la información de inventario de los elementos del componente accesorios del activo pasarela, identificando materialidades y sus volúmenes y/o cantidades de obras.
3. Calcular el costo histórico de los elementos del componente accesorios del activo pasarela en base a los precios unitarios de construcción y a las cubicaciones según la Ecuación (1.9).
4. Procesar la información de condición para cada elemento accesorios de la pasarela, identificando el nivel de desempeño en función del cumplimiento de las condiciones de integridad correspondientes según lo indicado en la Tabla 3.7.
5. Calcular el valor del componente accesorios de la pasarela, según la Ecuación (3.3).

En la Figura 3.3 se presenta un diagrama de flujo para la valorización del componente:

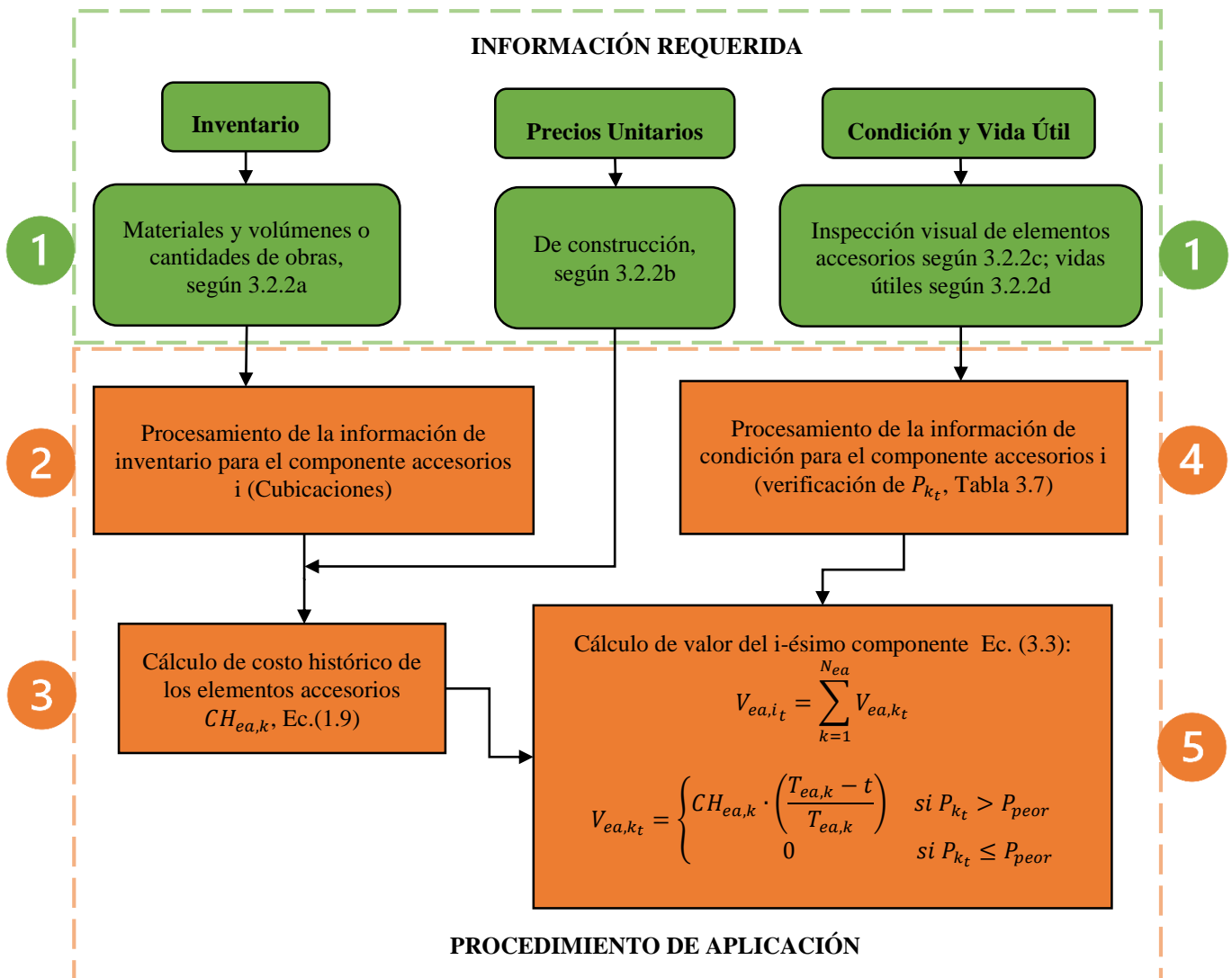


Figura 3.3. Diagrama de valorización del componente accesorios de una pasarela peatonal.

ACTIVO	PASARELA PEATONAL	
VALOR ACTIVO	$V_{pp,i_t} = V_{ee,i_t} + V_{ea,i_t} + V_{lum,i_t}$ Ec. (1.3)	
COMPONENTE	ACCESORIOS	
MÉTODO	DEPRECIACIÓN LINEAL	
MODELO	$V_{ea,i_t} = \sum_{k=1}^{N_{ea}} V_{ea,k_t}$ $V_{ea,k_t} = \begin{cases} CH_{ea,k} \cdot \left(\frac{T_{ea,k} - t}{T_{ea,k}} \right), & \text{si } P_{k_t} > P_{peor} \\ 0, & \text{si } P_{k_t} \leq P_{peor} \end{cases}$ <p>Ec. (3.3)</p>	
INFORMACION REQUERIDA	Costo Histórico (CH)	<p>CH_{ea,k} Ec.(1.9)</p> <p>Precios unitarios y cubicaciones</p> <p>Barandas y pasamanos</p> <p>Vallas peatonales</p> <p>Malla electrosoldada</p> <p>Plancha de policarbonato</p> <p>Mini-poste</p>
	Condición (P)	<p>P_{kt} (Tabla 3.7)</p> <p>Verificación Cumplimiento de Integridad</p> <p>¿Se encuentra íntegro? Si: 1 / No: 0</p> <p>Sin trozos faltantes ni sueltos.</p>
	Vida Útil (T)	<p>T_{ea,k} (Tabla 3.8)</p> <p>Vida útil de todos los elementos</p>

Figura 3.4. Arquitectura del modelo de valorización del componente accesorios de una pasarela.

3.3. Valor del Componente Iluminación de Pasarelas Peatonales

En este apartado se detalla el modelo ajustado de valorización del componente iluminación de pasarelas (3.3.1), la información requerida por el modelo (3.3.2) y su procedimiento de aplicación (3.3.3).

3.3.1. Modelo Ajustado

a. Cálculo del CH

El costo histórico de este componente se obtiene según se indica en la Ecuación (1.8). Además, es de esperar que falle alguna de las luminarias de la pasarela (por su baja vida útil) por lo que para no castigar el valor completo del componente se calcula el valor por luminaria (elemento), deben ser calculados los costos históricos de sus luminarias (elementos) según se indica en la Ecuación (1.9). Las partidas y unidades mostradas en la Tabla 3.9 corresponden a un ejemplo de partidas contempladas para este componente.

b. Cálculo del valor

El cálculo del valor del componente accesorios del activo pasarela peatonal se efectúa según la Ecuación (3.4).

$$V_{lum,i_t} = \sum_{j=1}^{Nlum} V_{lumj_t} \quad (3.4)$$

$$V_{lumj_t} = \begin{cases} CH_j, & \text{si } P_{j_t} > P_{peor} \\ 0 & \text{si } P_{j_t} \leq P_{peor} \end{cases}$$

Donde:

V_{lum,i_t} : Valor del componente iluminación del activo pasarela del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.

V_{lumj_t} : Valor de la luminaria "j" del activo pasarela del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.

$Nlum$: Número total de luminarias de la pasarela del grupo "i".

CH_j : Costo histórico de la luminaria "j" del activo pasarela del grupo "i", en UF, según la Ecuación (1.9).

P_{j_t} : Condición de la luminaria "j" del activo pasarela del grupo "i" en el tiempo "t".
 $P_{j_t} = 1$, si la luminaria se encuentra en estado de cumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.3.2c.

$P_{j_t} = 0$, si la luminaria se encuentra en estado de incumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.3.2c.

P_{peor} : Peor condición posible de las luminarias ($P_{peor} = 0$).

t : Tiempo en el que se realiza el cálculo.

3.3.2. Información Requerida

a. Datos de Inventario

La información de inventario del componente, obtenida de los planos As-Built, requiere la distinción clara de la ubicación y las dimensiones de todos sus elementos de manera que permita ubicarla. Por tanto, debe ser lo suficientemente detallada para poder calcular el costo histórico del componente, indicando ubicación del grupo (kilometraje), espesores, longitudes, materialidades, cantidades y posiciones de todos los elementos.

b. Datos de precios unitarios

Tabla 3.9. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente iluminación de pasarelas.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
A.	LUMINARIAS	
-	Lumin.A.P.LED 180W a 700mA,20 kLm, 80LEDs Sim. Teceo2	Nº
-	Lumin.A.P.LED 87W a 500mA,11 kLm, 56LEDs Sim. Teceo2	Nº
-	Lumin.A.P.LED 19W a 700mA,2 kLm, 8LEDs Sim. Teceo1	Nº
-	Lumin. LED Canoa 16W a 350mA,2 kLm, 16LEDs Sim. Contiled	Nº
B.	CABLEADO	
-	Conductor de Cu flexible 2,5 mm ² , 600V.	m
-	Tendido conductor Cu flexible en interior de postes	m
IL-012	Conductor XTU 5,3 mm ² (10 AWG)	m
-	Tendido conductor en interior de ductos (por circuito)	m
C.	CANALIZACIONES	
IL-001	Canalización PVC Sch.40, 40mm ø	tiras 6m
IL-002	Tendido de Canalización PVC	tiras 6m
IL-003	Canalización c.a.g. C80.1 de 50mm ø (2"ø)	tiras 3m
-	Caja de Derivación de Canalización c.a.g.	Nº
IL-004	Montaje de Canalización c.a.g.	tiras 3m
D.	OBRAS CIVILES	
IL-005	Suministro y montaje de cámaras tipo B	Nº
-	Excavación y tapado de zanja para Tendido de ducto PVC	m ³
-	Relleno de arena protección de ductos	m ³
E.	EMPALMES Y TABLEROS	
IL-027	Empalme Monofásico en B.T. Aereo	Nº
IL-030	Tablero de Protección y comandos	Nº
IL-028	Prov. y Montaje Tierras de Protección de Empalmes	Nº
-	Trámites frente a Empresa Distribuidora Eléctrica	Nº

Es importante mencionar que las partidas definidas anteriormente representan un ejemplo para el cálculo del CH y que, en caso de construirse con otros materiales, estos deben ser incluidos para la valorización. Tanto las partidas como los precios unitarios (en UF) deben definirse en el anexo correspondiente del contrato de licitación. Se consideran todas aquellas partidas involucradas en la construcción del activo, según las disposiciones definidas en el mismo contrato. Por otra parte, las partidas y su ítemización pueden ser actualizadas según el Manual de Carreteras vigente al momento de realizar el contrato de licitación.

c. Datos de Condición

El indicador P_{jt} toma un valor binario, siendo “1” aceptable y “0” inaceptable, y está basado en la integridad de los elementos y en el nivel de servicio de la iluminación. Como se observa en la Tabla 3.10, el indicador P_{jt} depende de dos condiciones determinadas por la integridad y el nivel de servicio de las luminarias.

Tabla 3.10. Definición de indicadores de condición para luminarias de pasarelas.

Unidades por evaluar	Luminaria solar (incluye kit de generación de energía autógeno), luminaria convencional (incluye ganchos).
$P_{jt} = 1$	<p>Condición de nivel de servicio evaluado por zona de la pasarela: Luminarias de las zonas (pasarela o escalera/rampa) con una iluminancia media y mínima iguales o superiores a las indicadas en la Tabla 3.11.</p> <p>Condición de integridad evaluada por luminaria individual: Luminaria en buen estado: está presente en su ubicación original, totalmente íntegro, funcional y que no requiere ser reemplazado. También será asignado este valor si la unidad solo requiere mantención menor, como limpieza o mantención de rutina (ej.: una luminaria con iluminación reducida solo debido a suciedad).</p>
$P_{jt} = 0$	<p>Condición de nivel de servicio evaluado por zona de la pasarela: Luminarias de las zonas (pasarela o escalera/rampa) con una iluminancia media y/o mínima inferiores a las indicadas en la Tabla 3.11.</p> <p>Condición de integridad evaluada por luminaria individual: Luminaria en mal estado: no está presente en su ubicación original, presenta grandes deformaciones, pérdida de material, está dañado y/o no funciona y requiere ser sustituido. Si una luminaria está apagada en horario de encendido, se asume que esta se encuentra en mal estado, independiente si la falla real es por otro motivo (ej.: por cables de luminaria dañados).</p>
Metodología de medición	Requiere de información proveniente de la determinación del nivel de servicio de la iluminación o de la medición en terreno de la iluminancia en la pasarela y sus rampas. La medición debe realizarse en al menos 3 puntos de la pasarela y de sus rampas de acceso (ambos extremos y centro) y debe informarse si estas se encuentran cubiertas o descubiertas ya que presentan requerimientos diferentes. La inspección visual se debe realizar en horario de encendido. La medición de la iluminancia horizontal debe realizarse a nivel de piso y la vertical a 1,5 [m] del nivel de piso. La frecuencia de inspección se sugiere mensual.

Tabla 3.11. Requerimientos de Iluminancia Media y Mínima recomendada en la Tabla 6.705.3.A (MOP, 2022c)

Elemento	Tipo	Nivel Iluminación Horizontal		Nivel Iluminación Vertical	
		E (med) [lux]	E (mín) [lux]	E (med) [lux]	E (mín) [lux]
Pasarelas	Descubiertas	---	---	35	12
	Cubiertas	100	50	50	30
Escaleras y/o Rampas	Descubiertas	---	---	35	12
	Cubiertas	350	100	50	30

3.3.3. Procedimiento

El procedimiento para la valorización del componente iluminación de pasarelas incluye lo siguiente:

1. Recolectar la información requerida de inventario, precios unitarios y condición, descrita en el apartado 3.3.2.
2. Procesar la información de inventario de los elementos del componente iluminación del activo pasarela peatonal, identificando materialidades y sus volúmenes y/o cantidades de obras.
3. Calcular el costo histórico de los elementos del componente iluminación del activo pasarela peatonal en base a los precios unitarios de construcción y a las cubicaciones según la Ecuación (1.9).
4. Procesar la información de condición para los elementos del componente iluminación del activo pasarela peatonal, identificando el nivel de desempeño en función del cumplimiento de las condiciones de integridad y umbrales de funcionalidad correspondientes, según lo indicado en la Tabla 3.10.
5. Calcular el valor del componente iluminación de la pasarela, según la Ecuación (3.4).

En la Figura 3.5 se presenta un diagrama de flujo para la valorización del componente iluminación de pasarelas.

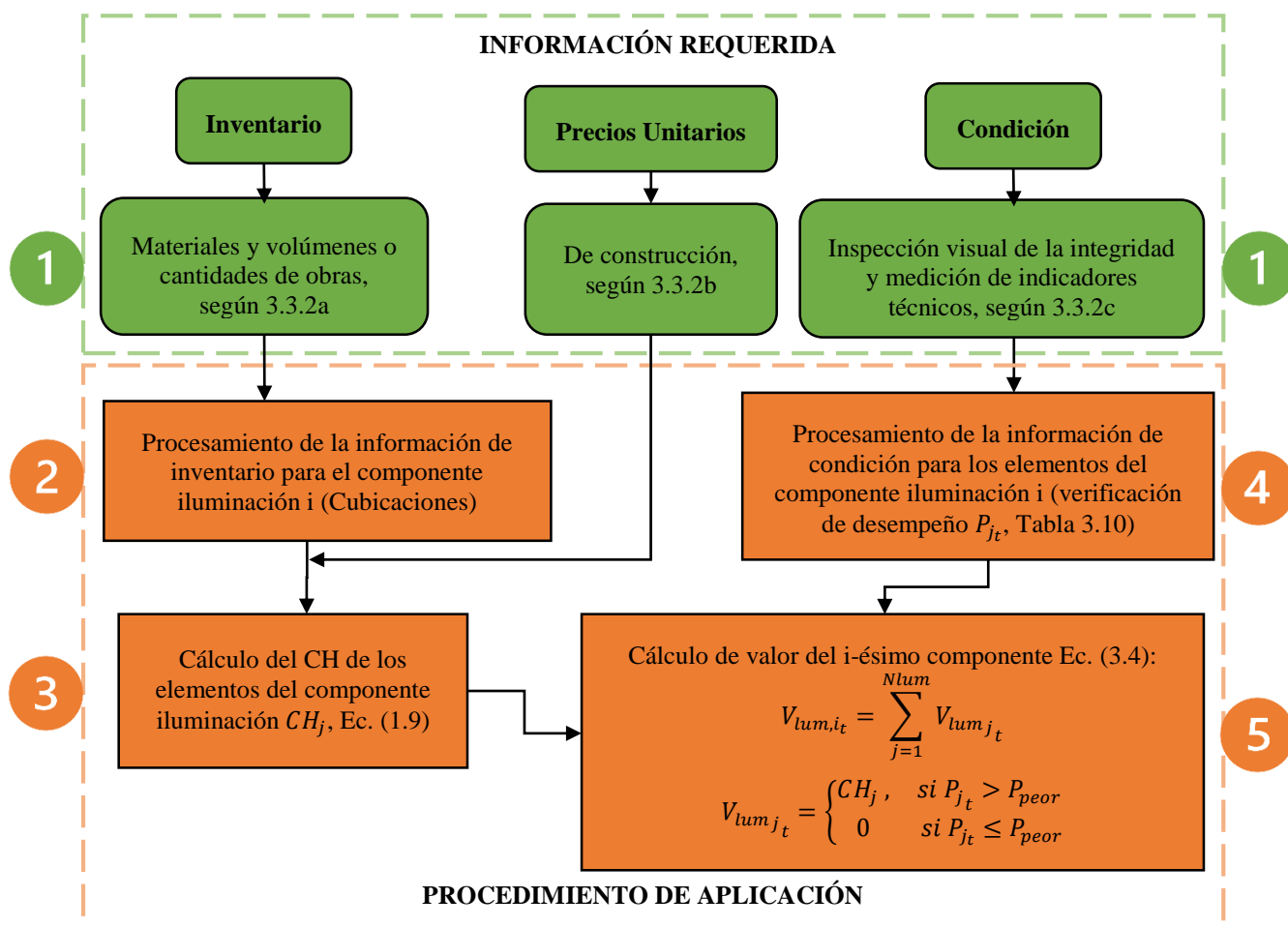


Figura 3.5. Diagrama de valorización del componente iluminación de una pasarela peatonal.

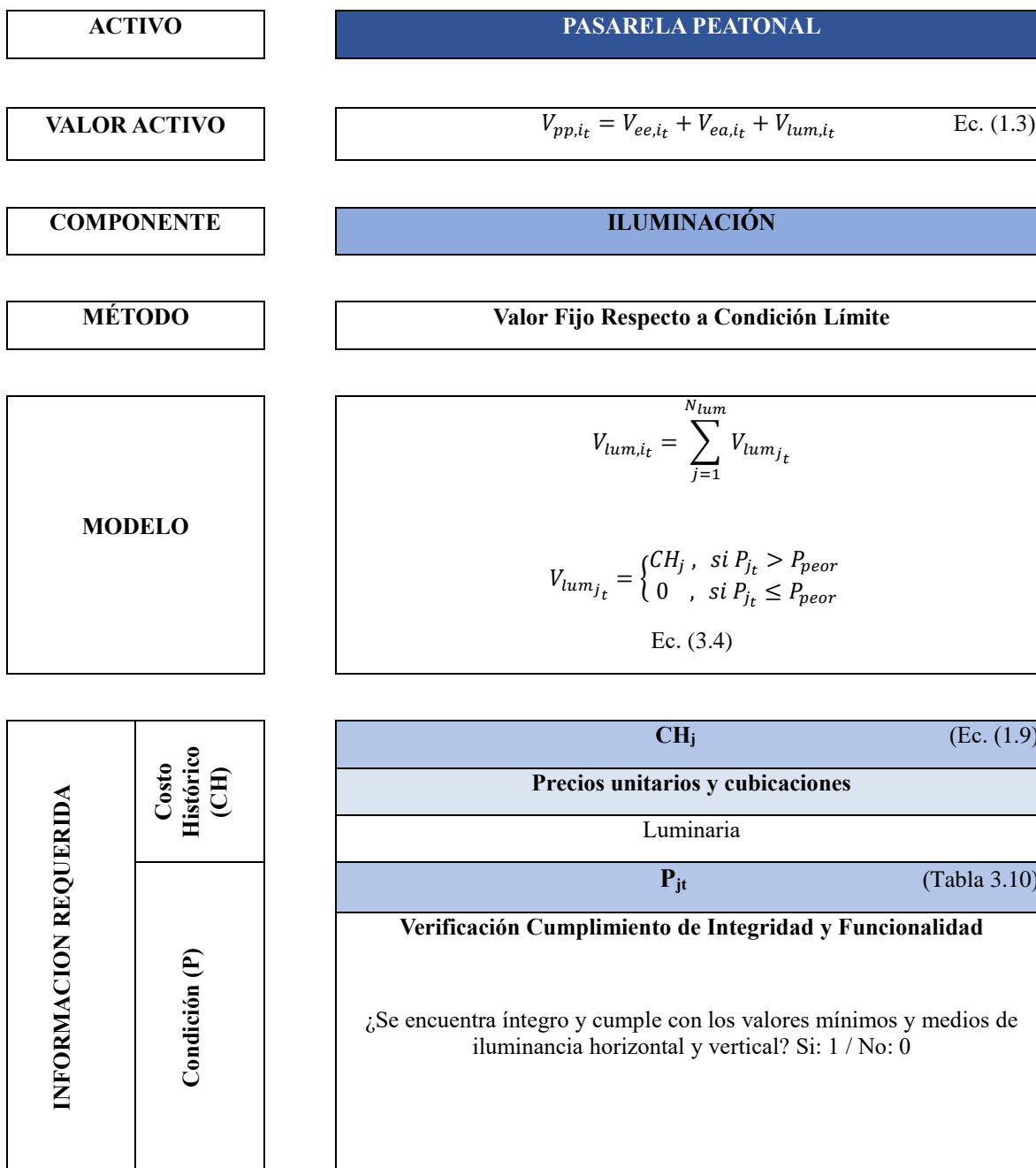


Figura 3.6. Arquitectura del modelo de valorización del componente iluminación de pasarela.

3.4. Valor del Componente Estructural de Paraderos de Buses

En este apartado se detalla el modelo ajustado del componente estructural de paraderos (3.4.1), la información requerida por el modelo (3.4.2) y su procedimiento de aplicación (3.4.3).

3.4.1. Modelo Ajustado

a. Cálculo del CH

El costo histórico de este componente se obtiene según se indica en la Ecuación (1.8). Además, es posible que solo uno de los elementos del componente estructural del activo paraderos esté en incumplimiento, por ejemplo la losa pero con la caseta en cumplimiento, o se puede dar el caso de que por un accidente el paradero de un costado de la pasarela se encuentre en mal estado pero al otro costado en buen estado, por lo que para no castigar el valor completo del componente se calcula el valor por elemento, por tanto deben ser calculados los costos históricos de sus elementos según se indica en la Ecuación (1.9). Las partidas y unidades mostradas en la Tabla 3.12 corresponden a un ejemplo de partidas contempladas para este componente.

b. Cálculo del valor

El cálculo del valor del componente accesorios del activo pasarela peatonal se efectúa según la Ecuación (3.5).

$$V_{ee,i_t} = \sum_{l=1}^{N_{ee}} V_{ee,l_t} \quad (3.5)$$

$$V_{ee,l_t} = \begin{cases} CH_{ee,l} \cdot \left(\frac{T_{ee,l} - t}{T_{ee,l}} \right) & \text{si } P_{l_t} > P_{peor} \\ 0 & \text{si } P_{l_t} \leq P_{peor} \end{cases}$$

Donde:

V_{ee,i_t} : Valor del componente estructural del activo paradero del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.

V_{ee,l_t} : Valor del elemento "l" del activo paraderos del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.

N_{ee} : Número total de elementos del componente estructural del activo paradero del grupo "i".

$CH_{ee,l}$: Costo histórico del elemento estructural "l" del activo paradero del grupo "i", en UF, según la Ecuación (1.9).

$T_{ee,l}$: Vida útil del elemento estructural "l" del activo paradero del grupo "i", en años, según Tabla 3.8.

t : Año de análisis, en años.

P_{l_t} : Condición del elemento "l" de los paraderos del grupo "i" en el tiempo "t".

$P_{l_t} = 1$, si el elemento estructural "l" se encuentra en estado de cumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.4.2c.

$P_{l_t} = 0$, si el elemento estructural “I” se encuentra en estado de incumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.4.2c.

P_{peor} : Peor condición posible de los elementos estructurales ($P_{peor} = 0$).

t : Tiempo en el que se realiza el cálculo.

3.4.2. Información Requerida

a. Datos de Inventario

La información de inventario del componente, obtenida de los planos As-Built, requiere la distinción clara de la ubicación y las dimensiones de todos sus elementos de manera que permita ubicarla. Por tanto, debe ser lo suficientemente detallada para poder calcular el costo histórico del componente, indicando ubicación del grupo (kilometraje), espesores, longitudes, materialidades, cantidades y posiciones de todos los elementos.

b. Datos de precios unitarios

Tabla 3.12. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente estructural de paraderos.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
5.200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
201-3	Excavación de corte en TCN	m ³
209-1	Preparación de Subrasante	m ²
5.300	CAPAS GRANULARES	
302-1	Base Granular CBR > 80%	m ³
5.400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	
401-1	Imprimación	m ²
402-1	Riego de liga	m ²
408-1	Concreto Asfáltico de Rodadura	m ³
408-2	Concreto Asfáltico Capa Intermedia	m ³
5.700	ELEMENTOS DE CONTROL Y SEGURIDAD	
706-1	Casetas para Paraderos	Nº

Es importante mencionar que las partidas definidas anteriormente representan un ejemplo para el cálculo del costo histórico y que, en caso de construirse con otros materiales, estos deben ser incluidos para la valorización.

Tanto las partidas como los precios unitarios (en UF) deben definirse en el anexo correspondiente del contrato de licitación. Se consideran todas aquellas partidas involucradas en los planos As Built, según las disposiciones definidas en el mismo contrato. Por otra parte, las partidas y su itemización pueden ser actualizadas según el Manual de Carreteras vigente al momento de realizar el contrato de licitación.

c. Datos de Condición

A cada elemento del paradero se le debe realizar una inspección visual. Si, luego de la inspección visual, cada elemento cumple con su condición descrita en la Tabla 3.13, su variable de condición P_{t_t} tendrá valor 1 (cumple), en caso contrario tendrá un valor 0 (no cumple).

Tabla 3.13. Definición de indicadores de condición para los elementos estructurales de paraderos.

Unidades por evaluar	Casetas de albañilería y losas asociadas a la pasarela.
$P_{t_t} = 1$	Las unidades deberán cumplir individualmente con la siguiente condición de integridad: Buen estado: Está presente en su ubicación original, totalmente íntegro, funcional y no requiere ser reemplazado. También será asignado este valor si la unidad solo requiere mantenimiento menor, como limpieza o mantenimiento de rutina. Además, la losa no deberá presentar baches ni deformaciones ni irregularidades que alteren la superficie.
$P_{t_t} = 0$	Las unidades deberán cumplir individualmente con la siguiente condición de integridad: Mal estado: No está presente en su ubicación original, presenta grandes deformaciones, pérdida de material, alteración superficial, está dañado y/o no funciona y requiere ser sustituido.
Metodología de medición	Requiere de información proveniente de la inspección visual al momento de la valoración, la cual se debe realizar con una buena iluminación para que el inspector pueda visualizar todos los detalles mencionados. El evaluador deberá revisar cada uno de los elementos estructurales y evidenciar los deterioros con fotografías y/o videos para justificar su evaluación. La frecuencia de inspección se propone mensual.

d. Datos de vida útil

Tanto para los accesorios de la pasarela peatonal como para los elementos de la estructura de paraderos de buses es necesario contar con la vida útil de los elementos. Esto se debe a que sus modelos de valorización están basados en depreciación lineal. La vida útil de estos elementos se detalla en la Tabla 3.8.

3.4.3. Procedimiento

El procedimiento para la valorización del componente estructural de paradero incluye lo siguiente:

1. Recolectar la información requerida de inventario, precios unitarios y condición, descrita en el apartado 3.4.2.
2. Procesar la información de inventario de los elementos del componente estructural del activo paraderos de buses, identificando materialidades y sus volúmenes y/o cantidades de obras.
3. Calcular el CH de los elementos del componente estructural del activo paraderos de buses en base a los precios unitarios de construcción y a las cubicaciones según la Ecuación (1.9).
4. Procesar la información de condición para cada elemento del componente estructural del activo paraderos de buses, identificando el cumplimiento de las condiciones de integridad correspondientes según lo indicado en el apartado 3.4.2c.
5. Calcular el valor del componente estructural del activo paraderos de buses del grupo “i”, según la Ecuación (3.5).

En la Figura 3.7 se presenta un diagrama de flujo para la valorización del componente:

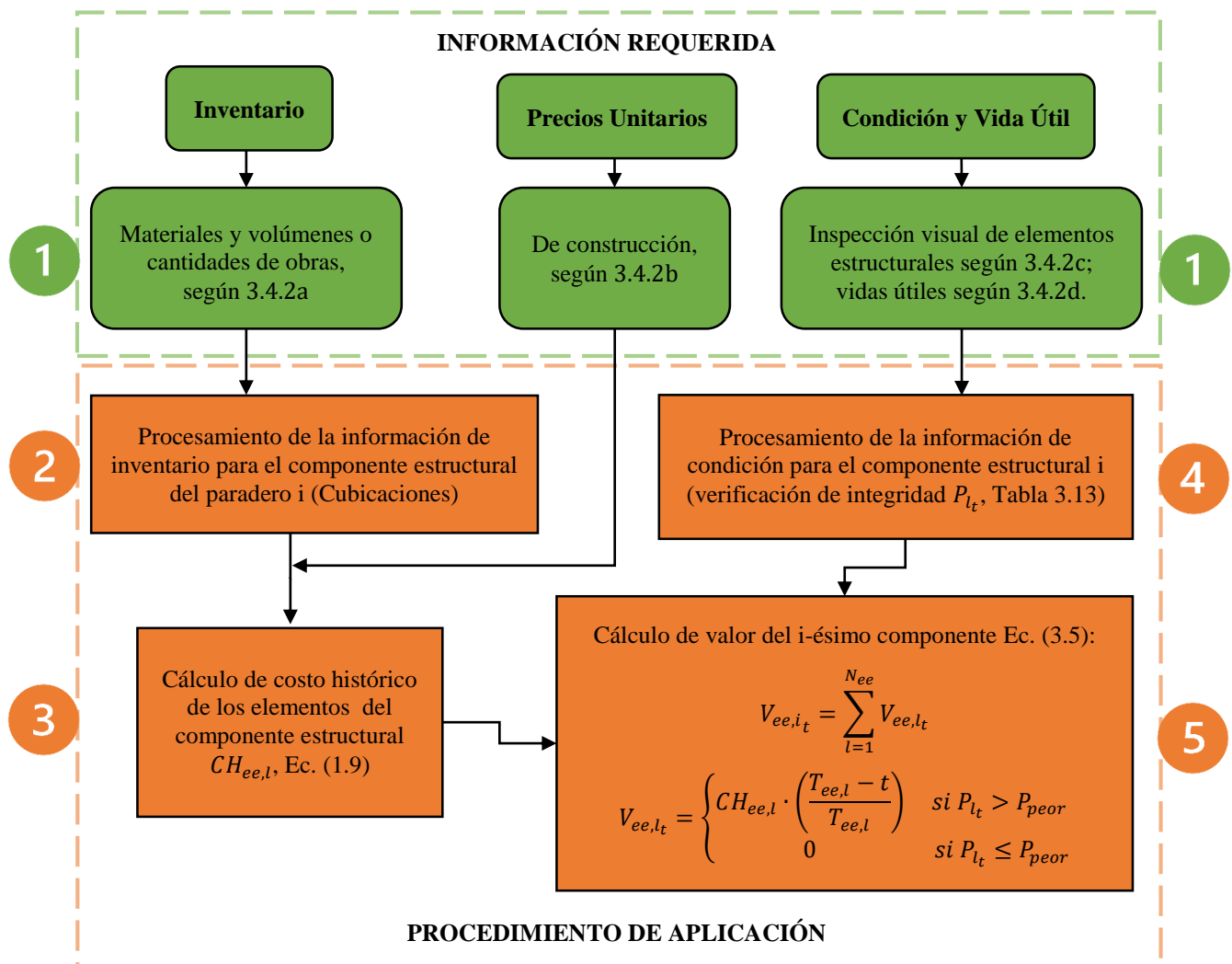


Figura 3.7. Diagrama de valorización del componente estructural de un paradero de buses.

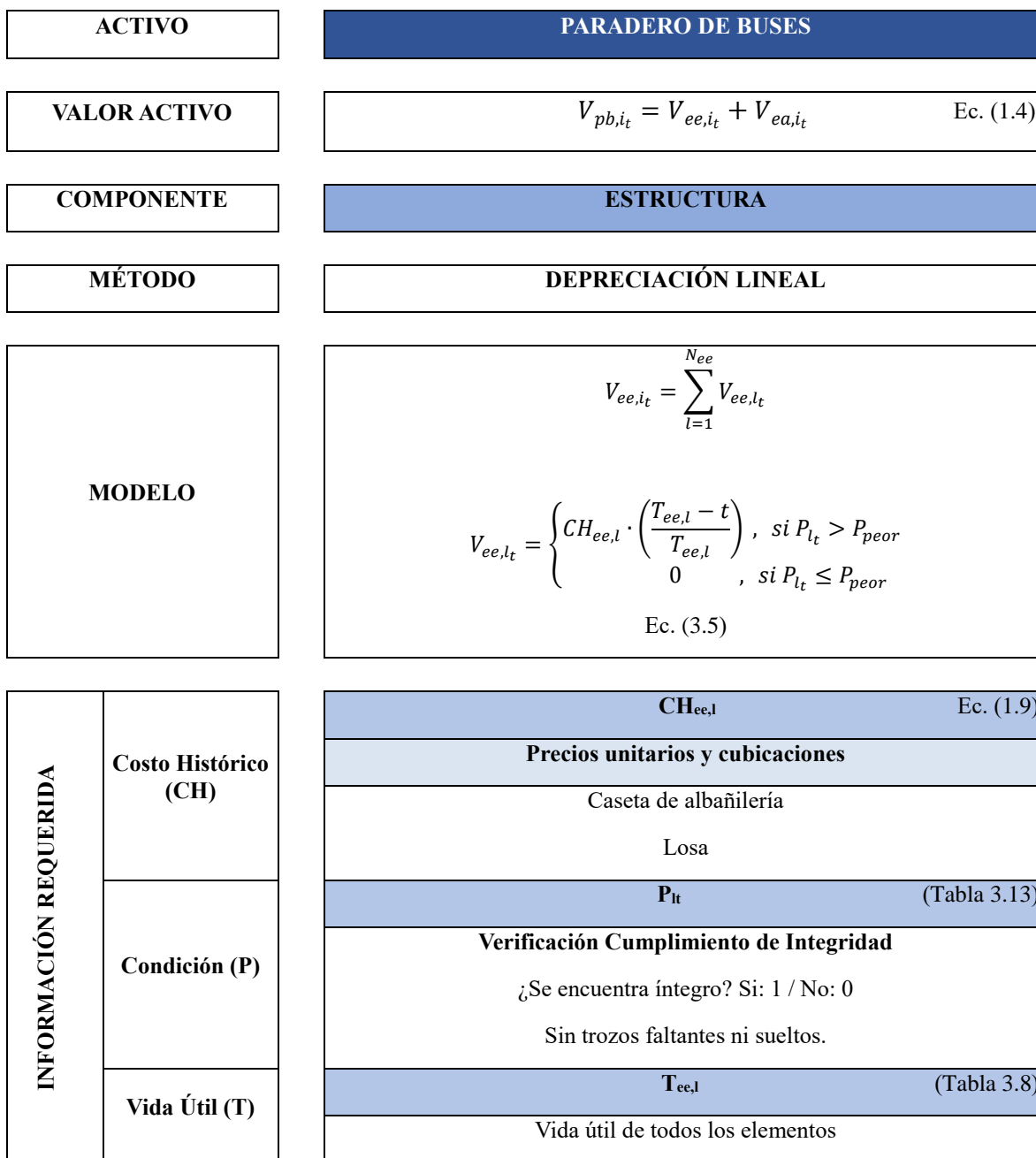


Figura 3.8. Arquitectura del modelo de valorización del componente estructural de paraderos.

3.5. Valor del Componente Accesorios de Pasarelas Peatonales

En este apartado se detalla el modelo ajustado del componente iluminación de pasarelas (3.5.1), la información requerida por el modelo (3.5.2) y su procedimiento de aplicación (3.5.3).

3.5.1. Modelo Ajustado

a. Cálculo del CH

El costo histórico de este componente se obtiene según se indica en la Ecuación (1.8). Además, es posible que solo uno de los elementos (soleras) del componente accesorios del activo paraderos esté en incumplimiento, o se puede dar el caso de que por un accidente las soleras de un costado de la pasarela se encuentren en mal estado pero al otro costado en buen estado, por lo que para no castigar el valor completo del componente se calcula el valor por elemento, por tanto deben ser calculados los costos históricos de sus elementos según se indica en la Ecuación (1.9). Las partidas y unidades mostradas en la Tabla 3.14 corresponden a un ejemplo de partidas contempladas para este componente.

b. Cálculo del valor

El cálculo del valor del componente accesorios de un paradero de buses se presenta en la Ecuación (3.6), donde el valor de su elemento solera será nulo cuando el elemento haya cumplido su vida útil.

$$V_{ea,i_t} = \sum_{j=1}^{N_{sol}} V_{ea,m_t} \quad (3.6)$$

$$V_{ea,m_t} = \begin{cases} CH_m & \text{si } P_{m_t} > P_{peor} \\ 0 & \text{si } P_{m_t} \leq P_{peor} \end{cases}$$

Donde:

- V_{ea,i_t} : Valor del componente accesorios del activo paraderos del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.
- V_{ea,m_t} : Valor solera "m" del activo paraderos del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.
- N_{sol} : Número total de soleras del activo paraderos de buses del grupo "i".
- CH_m : Costo histórico de la solera "m" del activo paraderos de buses del grupo "i", en UF, según Ecuación (1.9).
- P_{m_t} : Condición de la solera "m" del activo paraderos de buses del grupo "i" en el tiempo "t".
 $P_{m_t} = 1$, si la solera se encuentra en estado de cumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.5.2c.
 $P_{m_t} = 0$, si la solera se encuentra en estado de incumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.5.2c.
- P_{peor} : Peor condición posible de las soleras ($P_{peor} = 0$).
- t : Tiempo en el que se realiza el cálculo.

3.5.2. Información Requerida

a. Datos de Inventario

La información de inventario del componente, obtenida de los planos As-Built, requiere la distinción clara de la ubicación y las dimensiones de todos sus elementos de manera que permita cubicarla. Por tanto, debe ser lo suficientemente detallada para poder calcular el costo histórico del componente, indicando ubicación del grupo (kilometraje), espesores, longitudes, materialidades, cantidades y posiciones de todos los elementos.

b. Datos de precios unitarios

Tabla 3.14. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente estructural de paraderos.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
5.200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
201-3	Excavación de corte en TCN	m ³
209-1	Preparación de Subrasante	m ²
5.300	CAPAS GRANULARES	
302-1	Base Granular CBR > 80%	m ³
5.600	DRENAJE Y PROTECCIÓN DE LA PLATAFORMA	
607-1	Soleras Tipo "A"	N°

Es importante mencionar que las partidas definidas anteriormente representan un ejemplo para el cálculo del costo histórico y que, en caso de construirse con otros materiales, estos deben ser incluidos para la valorización.

Tanto las partidas como los precios unitarios (en Unidades de Fomento) deben definirse en el anexo correspondiente del contrato de licitación. Se consideran todas aquellas partidas involucradas en la construcción del activo, según las disposiciones definidas en el mismo contrato. Por otra parte, las partidas y su itemización pueden ser actualizadas según el Manual de Carreteras vigente al momento de realizar el contrato de licitación.

c. Datos de Condición

A cada elemento del paradero se le debe realizar una inspección visual. Si, luego de la inspección visual, las soleras cumplen con su condición de integridad descrita en la Tabla 3.15, su variable de condición P_{m_t} tendrá valor de 1 (cumple), en caso contrario tendrá un valor de 0 (no cumple).

Tabla 3.15. Definición de indicadores de condición para los elementos accesorios de paraderos.

Unidades por evaluar	Soleras asociadas a la pasarela (por unidad de solera).
$P_{m_t} = 1$	Las unidades deberán cumplir individualmente con la siguiente condición de integridad: Buen estado: Está presente en su ubicación original, totalmente íntegro, funcional y no requiere ser reemplazado. También será asignado este valor si la unidad solo requiere mantenimiento menor, como limpieza o mantenimiento de rutina.
$P_{m_t} = 0$	Las unidades deberán cumplir individualmente con la siguiente condición de integridad: Mal estado: No está presente en su ubicación original, presenta grandes deformaciones, pérdida de material, alteración superficial, está dañado y/o no funciona y requiere ser sustituido.
Metodología de medición	Requiere de información proveniente de la inspección visual al momento de la valoración, la cual se debe realizar con una buena iluminación para que el inspector pueda visualizar todos los detalles mencionados. El evaluador deberá revisar cada una de las soleras y evidenciar los deterioros con fotografías y/o videos para justificar su evaluación. La frecuencia de inspección se propone mensual.

3.5.3. Procedimiento

El procedimiento para la valorización del componente accesorios de paradero incluye lo siguiente:

1. Recolectar la información requerida de inventario, precios unitarios y condición, descrita en el apartado 3.5.2.
2. Procesar la información de inventario del componente accesorios del activo paraderos de buses, identificando materialidades y sus volúmenes y/o cantidades de obras.
3. Calcular el costo histórico de los elementos del componente accesorios del activo paraderos de buses en base a los precios unitarios de construcción y a las cubicaciones según la Ecuación (1.9).
4. Procesar la información de condición para los elementos del componente accesorios del activo paraderos de buses, identificando el cumplimiento de las condiciones de integridad correspondientes según lo indicado en el apartado 3.5.2c.
5. Calcular el valor del componente accesorios de los paraderos asociados a una pasarela, según la Ecuación (3.6).

En la Figura 3.9 se presenta un diagrama de flujo para la valorización del componente accesorios de paraderos.

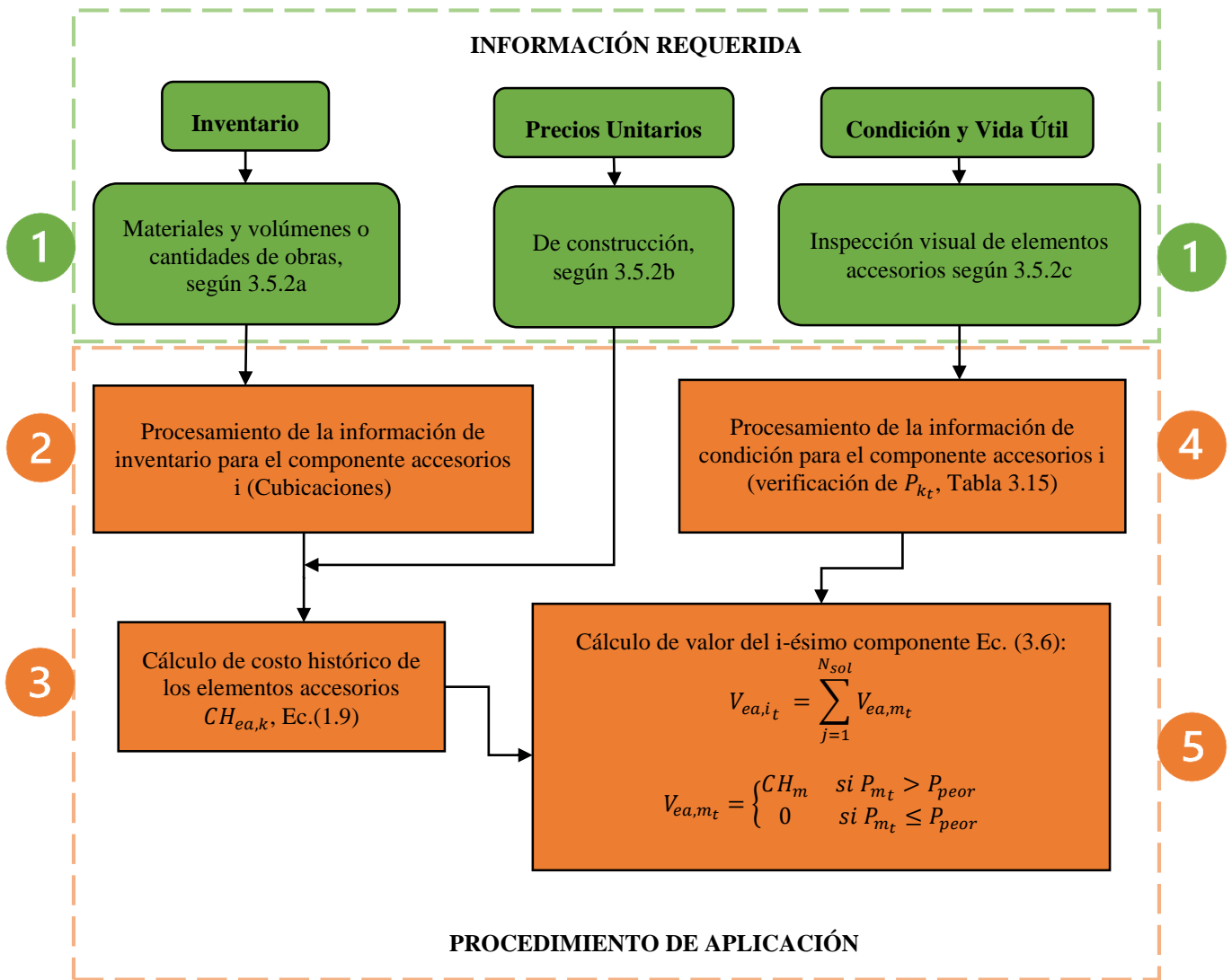


Figura 3.9. Diagrama de valorización del componente accesorios de un paradero.

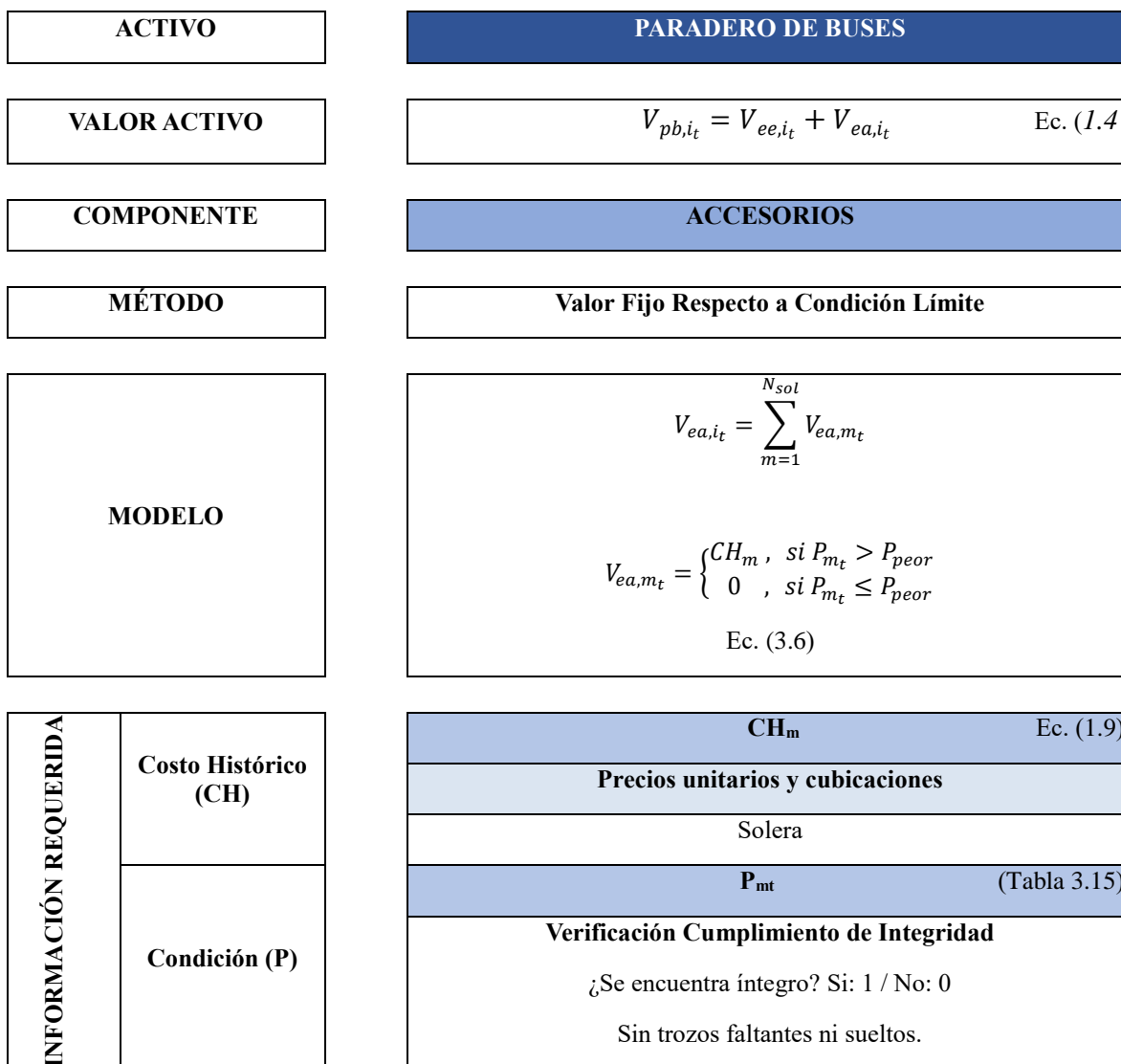


Figura 3.10. Arquitectura del modelo de valorización del componente accesorios de un paradero.

3.6. Valor del Componente Accesorios de Pasarelas Peatonales

En este apartado se detalla el modelo ajustado de valorización del componente aceras peatonales (3.6.1), la información requerida por el modelo (3.6.2) y su procedimiento de aplicación (3.6.3).

3.6.1. Modelo Ajustado

a. Cálculo del CH

El costo histórico de este componente se obtiene según se indica en la Ecuación (1.8). Además, dado que es posible que solo un tramo de acera esté en incumplimiento, por lo que para no castigar el valor completo del componente se propone calcular el valor por tramos con una longitud igual a la extensión del paño o losa utilizando la Ecuación (1.9). Las partidas y unidades mostradas en la Tabla 3.16 corresponden a un ejemplo de partidas contempladas para este componente.

Se recomienda que la extensión de los tramos sea la longitud de los paños o losas de acera, dado que en la evaluación de la condición algunos parámetros se miden por losa o paño, por tanto, de manera concordante, sería más cómodo calcular el CH y valor considerando esta dimensión.

b. Cálculo del valor

El cálculo del valor de las aceras peatonales se presenta en la Ecuación (3.7).

$$V_{ap,i_t} = \sum_{j=1}^{N_{ac}} V_{ap,n_t} \quad (3.7)$$

$$V_{ap,n_t} = \begin{cases} CH_n & \text{si } P_{n_t} > P_{peor} \\ 0 & \text{si } P_{n_t} \leq P_{peor} \end{cases}$$

Donde:

- V_{ap,i_t} : Valor del componente/activo aceras peatonales del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.
- V_{ap,n_t} : Valor del tramo "n" de acera del grupo "i" en el tiempo "t", en UF.
- N_{ac} : Número total de tramos de aceras del grupo "i".
- CH_n : Costo histórico del tramo "n" de acera del grupo "i", en UF, según Ecuación (1.9).
- P_{n_t} : Condición del tramo "n" de acera del grupo "i" en el tiempo "t".
 $P_{n_t} = 1$, si el tramo "n" de acera peatonal se encuentra en estado de cumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.6.2c.
 $P_{n_t} = 0$, si el tramo "n" de acera peatonal se encuentra en estado de incumplimiento, de acuerdo con lo descrito en el apartado 3.6.2c.
- P_{peor} : Peor condición posible de las aceras peatonales ($P_{peor} = 0$).
- t : Tiempo en el que se realiza el cálculo.

3.6.2. Información Requerida

a. Datos de Inventario

La información de inventario del componente, obtenida de los planos As-Built, requiere la distinción clara de la ubicación y las dimensiones de todos sus elementos de manera que permita cubicarla. Por tanto, debe ser lo suficientemente detallada para poder calcular el costo histórico del componente, indicando ubicación del grupo (kilometraje), espesores, longitudes, materialidades, cantidades y posiciones de todos los elementos.

b. Datos de precios unitarios

Tabla 3.16. Ejemplos de partidas consideradas en el CH del componente aceras peatonales.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
5.200	MOVIMIENTO DE TIERRAS	
201-3	Excavación de corte en TCN	m ³
209-1	Preparación de Subrasante	m ²
5.300	CAPAS GRANULARES	
302-1	Base Granular CBR > 80%	m ³
5.400	REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS	
417-1	Aceras de Hormigón	m ³

Es importante mencionar que las partidas definidas anteriormente representan un ejemplo para el cálculo del costo histórico y que, en caso de construirse con otros materiales, estos deben ser incluidos para la valorización.

Tanto las partidas como los precios unitarios (en Unidades de Fomento) deben definirse en el anexo correspondiente del contrato de licitación. Se consideran todas aquellas partidas involucradas en la construcción del activo, según las disposiciones definidas en el mismo contrato. Por otra parte, las partidas y su itemización pueden ser actualizadas según el Manual de Carreteras vigente al momento de realizar el contrato de licitación.

c. Datos de Condición

A cada componente de las aceras se le debe realizar una inspección visual. Si, luego de la inspección visual, las aceras asociadas a cada pasarela cumplen con todas sus condiciones descritas en la Tabla 3.17, su variable de condición P_{n_c} tendrá valor 1 (cumple), en caso contrario tendrá un valor 0 (no cumple).

Tabla 3.17. Definición de indicadores de condición para las aceras peatonales.

Unidades por evaluar	Veredas de hormigón asociadas a la pasarela (por losa).
$P_{nt} = 1$	Los tramos (losas) deberán cumplir individualmente con la siguiente condición de integridad: Buen estado: Está presente en su ubicación original, totalmente íntegro, funcional y no requiere ser reemplazado. También será asignado este valor si el tramo (losa) solo requiere mantención menor, como limpieza o mantención de rutina. Además, deberá cumplir específicamente con: escalonamiento no superior a 20 [mm], pérdida de material o saltadura no mayor a 25 [cm ²] por paño o losa, ancho máximo de grietas no superior a 6 [mm], no debe haber más de 2 trozos por paño o losa, no debe haber armaduras expuestas al aire.
$P_{nt} = 0$	Los tramos (losas) deberán cumplir individualmente con la siguiente condición de integridad: Mal estado: No está presente en su ubicación original, presenta grandes deformaciones, pérdida de material, alteración superficial, está dañado y/o no funciona y requiere ser sustituido. Además, deberá cumplir específicamente con: escalonamiento superior a 20 [mm], pérdida de material o saltadura mayor a 25 [cm ²] por paño o losa, ancho máximo de grietas superior a 6 [mm], presentar más de 2 trozos por paño o losa, presentar armaduras expuestas al aire.
Metodología de medición	Requiere de información proveniente de la inspección visual al momento de la valoración, la cual se debe realizar con una buena iluminación para que el inspector pueda visualizar todos los detalles mencionados. El evaluador deberá revisar cada uno de los tramos (losas) y evidenciar los deterioros con fotografías y/o videos para justificar su evaluación. La frecuencia de inspección se propone mensual.

3.6.3. Procedimiento

El procedimiento para la valorización del componente aceras peatonales incluye lo siguiente:

1. Recolectar la información requerida de inventario, precios unitarios y condición, descrita en el apartado 3.6.2.
2. Procesar la información de inventario del componente aceras peatonales de cada pasarela, identificando materialidades y sus volúmenes y/o cantidades de obras.
3. Calcular el costo histórico de los tramos de aceras peatonales de la pasarela en base a los precios unitarios de construcción y a las cubicaciones según la Ecuación (1.9).
4. Procesar la información de condición para cada losa de acera peatonal de la pasarela, identificando el cumplimiento de las condiciones de integridad según lo indicado en el apartado 3.6.2c.
5. Calcular el valor del componente aceras peatonales de la pasarela, según la Ecuación (3.7).

En la Figura 3.11 se presenta un diagrama de flujo para la valorización del componente aceras peatonales.

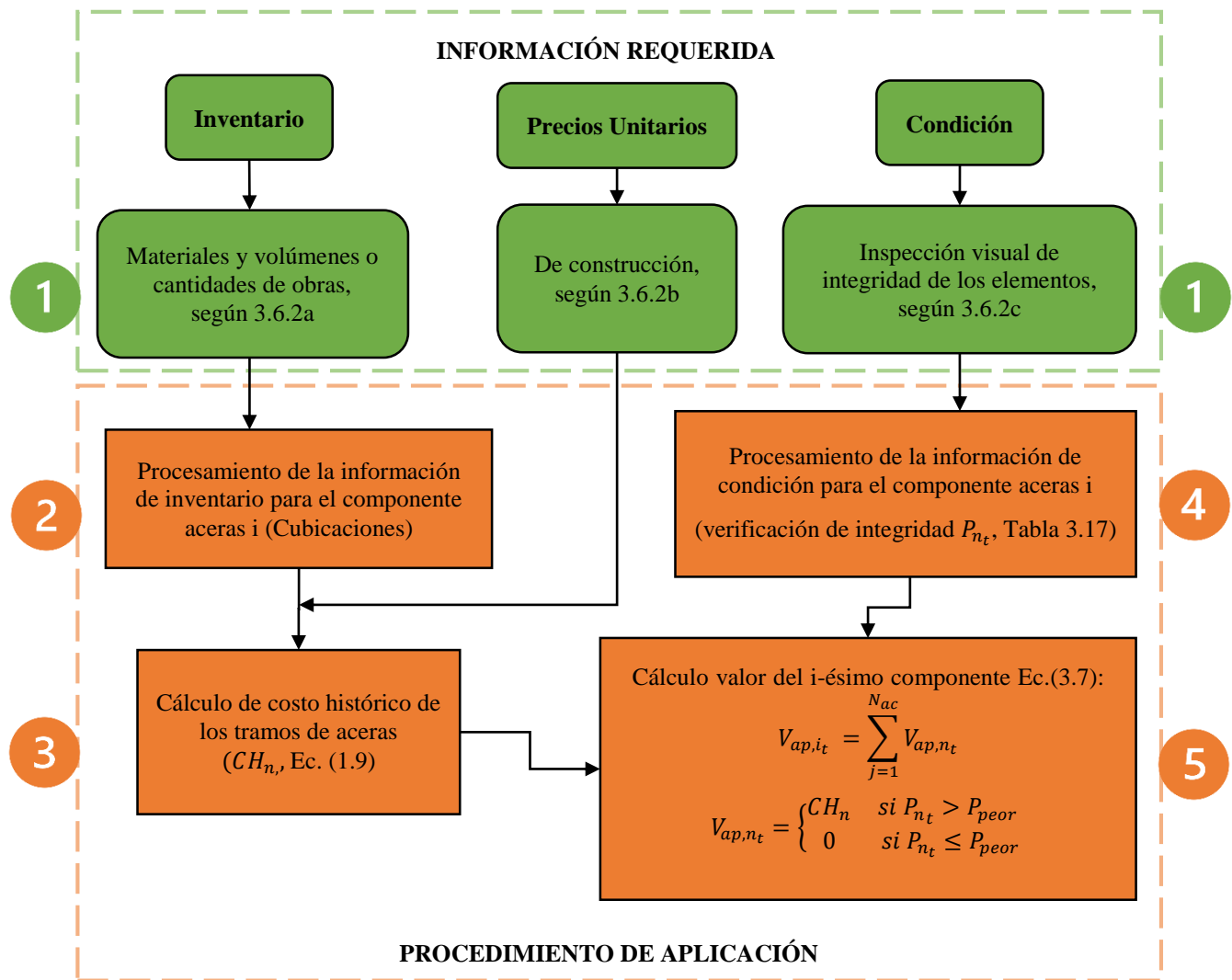


Figura 3.11. Diagrama de valorización del componente/activo aceras peatonales.

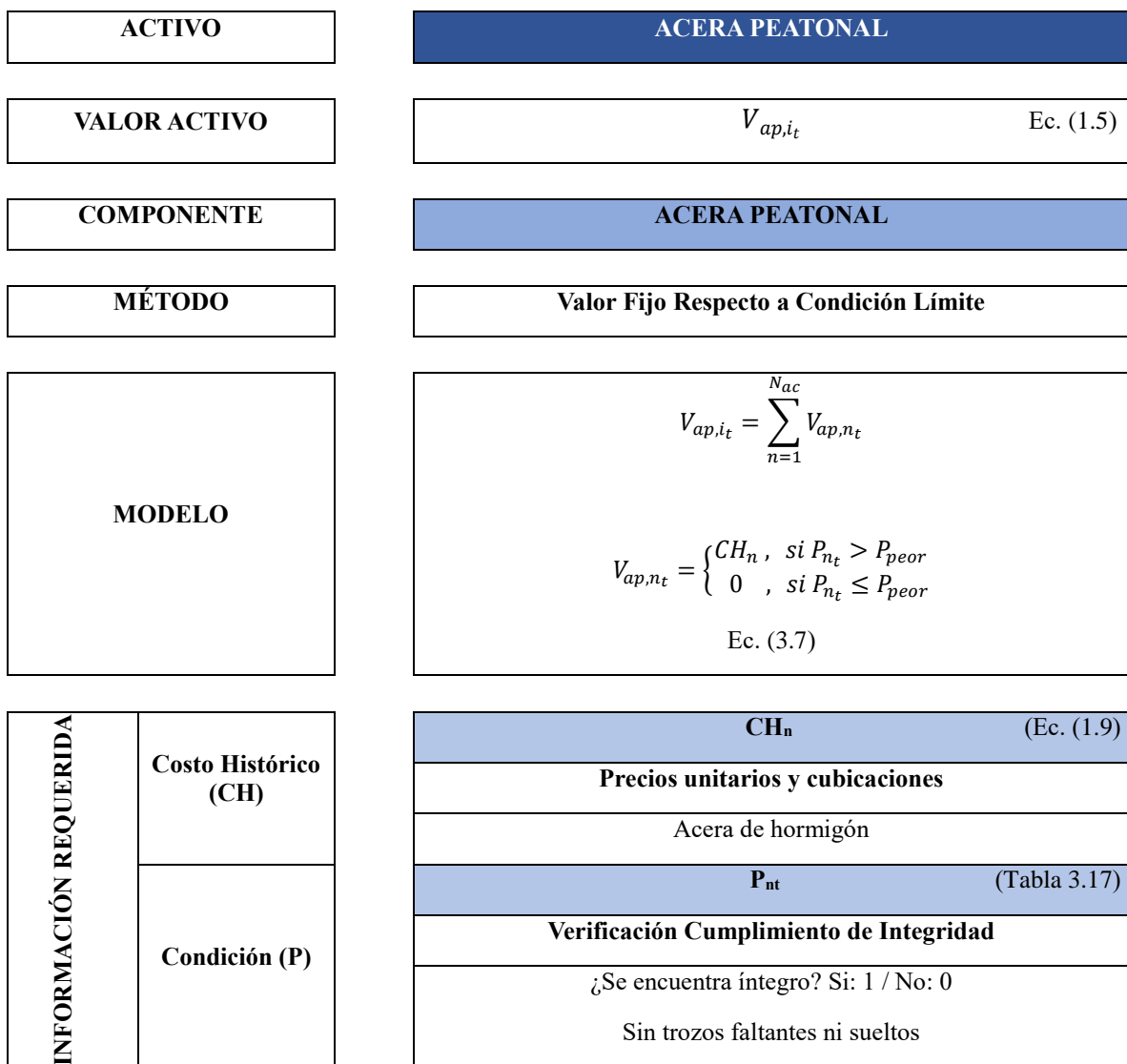


Figura 3.12. *Arquitectura del modelo de valorización de aceras peatonales.*

4. Ejemplo de Aplicación

En el presente ejemplo se valoriza una pasarela de la zona norte de Chile, considerando los seis componentes que conforman el grupo de tres activos. Se presentan dos escenarios de condición para cada uno de sus componentes: buen desempeño (condición producto de un buen desempeño de la concesionaria en sus actividades de mantenimiento) y mal desempeño (condición producto de un mal desempeño de la concesionaria en sus actividades de mantenimiento). Además, se considera un período de estudio $T=20$ (años) y la valoración se realiza en $t=5$ (años) para el estado bueno y $t=15$ (años) para el estado malo.

La pasarela considerada para este ejemplo se encuentra presente en un tramo de una ruta de la zona norte, la cual tiene un largo de atravesado de aproximadamente 50 m, esta pasarela tiene una tipología HHH, con columnas, vigas y tablero de hormigón. Además, presenta en ambos costados un paradero de hormigón y 20 m de acera de hormigón con paños o losas de 1 m de largo.

Los precios unitarios de construcción de los distintos elementos fueron obtenidos en su mayoría de presupuestos de pasarelas de la zona norte del país y los valores faltantes fueron estimados en base a partidas equivalentes y ajustadas en proporción a sus dimensiones.

4.1. Componente estructural de pasarelas peatonales

a. Datos de Inventario

Tabla 4.1. Cubicaciones componente estructural de una pasarela peatonal.

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
INFRAESTRUCTURA PASARELA			
202-1	Excavación en TCN para Drenajes y Estructuras	m ³	734.719
202-3	Excavación en Roca para Drenajes y Estructuras	m ³	2,812.786
206-1	Relleno Estructural	m ³	3,252.688
206-2	Relleno Estructural Permeable	m ³	316.302
501-1	Hormigón H5	m ³	16.343
501-14	Hormigón H30/SM	m ³	292.051
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	21,018.362
504-1	Moldaje para Infraestructura	m ²	424.863
412-2	Impermeabilización de Muros y Estribos	m ²	282.517
530-1 N	Vainas f 100 mm	m	144.00
SUPERESTRUCTURA PASARELA			
501-14	Hormigón H30/SM	m ³	7.014
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	1,843.905
504-2	Moldaje para Superestructura	m ²	31.182

506-20	Vigas Pretensadas L < 15m	N°	6.00
506-21	Vigas Pretensadas 15m ≤ L < 20m	N°	5.00
506-25	Vigas Pretensadas 35m ≤ L < 40m	N°	1.00
512-3	Juntas de Dilatación en Tableros para Pasarelas Peatonales	m	4.60
513-1	Anclajes Antisísmicos, Tableros de Ancho <10m	N°	24.00
513-3	Elementos de Apoyo, Anclajes y Barbacanas, Tableros de Ancho <10m	Tr	4.00
514-2	Placas de Neopreno en Pasarelas Peatonales	N°	44.00
514-5 N	Topes Laterales	N°	48.00
530-2 N	Pilar Prefabricado para Pasarelas 60x60	m	48.71
530-3 N	Pilar Prefabricado para Pasarelas 80x80	m	12.93

b. Datos de Precios Unitarios

Tabla 4.2. Precios unitarios del componente estructural de una pasarela peatonal.

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	P.U. [UF]
INFRAESTRUCTURA PASARELA			
202-1	Excavación en TCN para Drenajes y Estructuras	m ³	0.2838
202-3	Excavación en Roca para Drenajes y Estructuras	m ³	0.4880
206-1	Relleno Estructural	m ³	0.4060
206-2	Relleno Estructural Permeable	m ³	0.4500
501-1	Hormigón H5	m ³	3.8806
501-14	Hormigón H30/SM	m ³	6.6206
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	0.0537
504-1	Moldaje para Infraestructura	m ²	0.4776
412-2	Impermeabilización de Muros y Estribos	m ²	0.1800
530-1 N	Vainas f 100 mm	m	0.2143
SUPERESTRUCTURA PASARELA			
501-14	Hormigón H30/SM	m ³	6.6206
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	Kg	0.0537
504-2	Moldaje para Superestructura	m ²	0.6700
506-20	Vigas Pretensadas L < 15m	N°	295.0
506-21	Vigas Pretensadas 15m ≤ L < 20m	N°	450.0
506-25	Vigas Pretensadas 35m ≤ L < 40m	N°	980.0

512-3	Juntas de Dilatación en Tableros para Pasarelas Peatonales	m	1.850
513-1	Anclajes Antisísmicos, Tableros de Ancho <10m	Nº	3.3050
513-3	Elementos de Apoyo, Anclajes y Barbacanas, Tableros de Ancho <10m	Tr	84.5687
514-2	Placas de Neopreno en Pasarelas Peatonales	Nº	1.9530
514-5 N	Topes Laterales	Nº	0.4432
530-2 N	Pilar Prefabricado para Pasarelas 60x60	m	9.6510
530-3 N	Pilar Prefabricado para Pasarelas 80x80	m	17.1573

c. Datos de Condición

Tabla 4.3. Auscultación de los elementos principales del componente estructural de pasarelas.

Elementos	Deterioros	Grado de deterioro según estado	
		Buen Desempeño	Mal Desempeño
Columnas	Grietas o descascaramiento	Daño en un punto	Casi todo dañado
	Fisuras a partir de apoyo	Daño en un punto	Daño en muchos puntos
	Deformación de cantiléver	Daño en un punto	No existe daño
	Inclinaciones	Daño en un punto	No existe daño
	Socavaciones	Daño en un punto	No existe daño
	Otros (descalce)	Daño en un punto	Menos de la mitad dañado
Vigas de hormigón	Fisuras en una dirección	Daño en un punto	Daño en muchos puntos
	Fisuramiento en red	Daño en un punto	Daño en muchos puntos
	Descascaramiento	Daño en un punto	Daño en un punto
	Armadura al aire	Daño en un punto	Daño en un punto
	Nidos de piedra	Daño en un punto	No existe daño
	Eflorescencias	Daño en un punto	No existe daño
Apoyos	Rotura del apoyo	Daño en un punto	Daño en muchos puntos
	Rotura de accesorios	Daño en un punto	Menos de la mitad dañado
	Salida de anclajes	Daño en un punto	Daño en muchos puntos
	Rotura del disco	Daño en un punto	Daño en muchos puntos
	Deformaciones raras	Daño en un punto	Daño en un punto
	Otros (desplazamiento)	Daño en un punto	Daño en un punto

d. Cálculo de Valor

Paso 1: Procesamiento de la información de inventario

La información de inventario presentada ya fue procesada de manera conveniente en cuanto a la forma de ordenar los datos, ya que la información original del presupuesto se presenta sin separar lo que corresponde a cada componente.

Paso 2: Cálculo del CH

Tabla 4.4. CH del componente estructural de la pasarela peatonal.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL [UF]
INFRAESTRUCTURA PASARELA		
202-1	Excavación en TCN para Drenajes y Estructuras	208.51
202-3	Excavación en Roca para Drenajes y Estructuras	1,372.64
206-1	Relleno Estructural	1,320.59
206-2	Relleno Estructural Permeable	142.34
501-1	Hormigón H5	63.42
501-14	Hormigón H30/SM	1,933.55
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	1,128.69
504-1	Moldaje para Infraestructura	202.91
412-2	Impermeabilización de Muros y Estribos	50.85
530-1 N	Vainas f 100 mm	30.86
SUB TOTAL [UF]		6,454
SUPERESTRUCTURA PASARELA		
501-14	Hormigón H30/SM	46.44
503-2	Acero para Armaduras A63-42H	99.02
504-2	Moldaje para Superestructura	20.89
506-20	Vigas Pretensadas $L < 15m$	1,770.00
506-21	Vigas Pretensadas $15m \leq L < 20m$	2,250.00
506-25	Vigas Pretensadas $35m \leq L < 40m$	980.00
512-3	Juntas de Dilatación en Tableros para Pasarelas Peatonales	8.51
513-1	Anclajes Antisísmicos, Tableros de Ancho $<10m$	79.32
513-3	Elementos de Apoyo, Anclajes y Barbacanas, Tableros de Ancho $<10m$	338.27
514-2	Placas de Neopreno en Pasarelas Peatonales	85.93
514-5 N	Topes Laterales	21.27

530-2 N	Pilar Prefabricado para Pasarelas 60x60	470.10
530-3 N	Pilar Prefabricado para Pasarelas 80x80	221.84
SUB TOTAL [UF]		6,392
COSTO HISTÓRICO ESTRUCTURA PASARELA [UF]		12,846

Paso 3: Procesamiento de la información de condición

A partir de la información de la auscultación visual mostrada en la Tabla 4.3 se puntúan de 1 a 5 los deterioros para cada elemento (columnas, vigas y apoyos) y escenario de desempeño (bueno y malo).

Tabla 4.5. Grado de deterioro para cada elemento, deterioro y escenario.

Elementos	Deterioros	$GD_{j,t}$	
		Buen Desempeño	Mal Desempeño
Columnas	Grietas o descascaramiento	2	5
	Fisuras a partir de apoyo	2	3
	Deformación de cantiléver	2	1
	Inclinaciones	2	1
	Socavaciones	2	1
	Otros (descalce)	2	4
Vigas de hormigón	Fisuras en una dirección	2	3
	Fisuramiento en red	2	3
	Descascaramiento	2	2
	Armadura al aire	2	2
	Nidos de piedra	2	1
	Eflorescencias	2	1
Apoyos	Rotura del apoyo	2	3
	Rotura de accesorios	2	4
	Salida de anclajes	2	3
	Rotura del disco	2	3

	Deformaciones raras	2	2
	Otros (desplazamiento)	2	2

Luego, se calculan los puntajes de calificación estructural CE_{i_t} de los 3 elementos representativos, usando los pesos de los deterioros $PD_{j,i}$ y los grados de deterioros GD_{j,i_t} .

Tabla 4.6. Calificación estructural de los elementos estructurales representativos.

Elementos	CE_{i_t}	
	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Columnas	2.00	3.09
Vigas de hormigón	2.00	2.59
Apoyos	2.00	2.89

Posteriormente, se debe verificar el cumplimiento de condición de estos 3 elementos, observando si la CE_{i_t} es de a lo más 3.0 para ser considerado aceptable.

Tabla 4.7. Verificación de cumplimiento de los elementos estructurales representativos.

Elementos	$CE_{i_t} \geq 3?$	
	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Columnas	SI	NO
Vigas de hormigón	SI	SI
Apoyos	SI	SI

Finalmente, con la información obtenida se obtiene el índice P_{ee,i_t} .

Tabla 4.8. Índices de condición P_{ee,i_t} para cada escenario.

P_{ee,i_t}	
Buen Desempeño	Mal Desempeño
1.00	0.60

Paso 4: Cálculo de valor

Considerando los costos históricos y datos de condición mostrados previamente, es posible aplicar el modelo de valorización mediante la Ecuación (3.1). Resultando:

Tabla 4.9. Valor del componente estructural de la pasarela peatonal.

DESEMPEÑO	VALOR COMP. [UF]	% / C.H.
BUENO	12,846	100%
MALO	7,708	60%

4.2. Componente accesorios de pasarelas peatonales

a. Datos de Inventario

Tabla 4.10. Cubicaciones componente accesorios de la pasarela peatonal.

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
710-1b N	Baranda Metálica Peatonal Doble Pasamanos	m	418.02
711-4	Valla Antivandalismo	m ²	101.52
711-7	Malla Galvanizada para Pasarela	m ²	585.228
IL-015	Poste Fe galvanizado 12m, 1 gancho recto de 1,0m	Nº	4.00
IL-017	Poste Fe galvanizado 10m, 1 gancho recto de 0,5m	Nº	2.00
IL-019	Transporte de Poste Fe galvanizado h>8m (10 x viaje de 10km)	VIAJES	1.00
IL-020	Montaje de Poste Fe galvanizado	Nº	6.00
IL-029	Prov. y Montaje de Tierras de Protección Poste Fe galvanizado		6.00
IL-008	Excavaciones fundaciones postes PFV o Fe galv.	m ³	6.00
IL-009	Fundaciones postes PFV o Fe galvanizados	m ³	6.00

*En este caso en particular, la pasarela no presenta el elemento accesorio plancha de policarbonato.

b. Datos de Precios Unitarios

Tabla 4.11. Precios unitarios del componente accesorios de la pasarela peatonal.

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	P.U. [UF]
710-1b N	Baranda Metálica Peatonal Doble Pasamanos	m	5.8266
711-4	Valla Antivandalismo	m ²	0.3856
711-7	Malla Galvanizada para Pasarela	m ²	0.2895
	POSTES		
IL-015	Poste Fe galvanizado 12m, 1 gancho recto de 1,0m	Nº	27.1095
IL-017	Poste Fe galvanizado 10m, 1 gancho recto de 0,5m	Nº	17.3358
IL-019	Transporte de Poste Fe galvanizado h>8m (10 x viaje de 10km)	VIAJES	8.0145
IL-020	Montaje de Poste Fe galvanizado	Nº	1.9530
IL-029	Prov. y Montaje de Tierras de Protección Poste Fe galvanizado		1.5412
IL-008	Excavaciones fundaciones postes PFV o Fe galv.	m ³	1.5268
IL-009	Fundaciones postes PFV o Fe galvanizados	m ³	2.9152

c. Datos de Condición

Tabla 4.12. Auscultación de los elementos del componente accesorios de la pasarela peatonal.

Elementos	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Mini postes	100% Buen Estado	100% Buen Estado
Barandas o Pasamanos	100% Buen Estado	100% Mal Estado
Vallas peatonales	100% Buen Estado	100% Mal Estado
Mallas electrosoldadas	100% Buen Estado	100% Buen Estado

d. Datos de Vida Útil

Se utilizan los valores presentados en Tabla 3.8.

e. Cálculo de Valor

Paso 1: Procesamiento de la información de inventario

La información de inventario presentada ya fue procesada de manera conveniente en cuanto a la forma de ordenar los datos, ya que la información original del presupuesto se presenta sin separar lo que corresponde a cada componente.

Paso 2: Cálculo del CH

Tabla 4.13. CH del componente accesorios de la pasarela peatonal.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL [UF]
710-1b N	Baranda Metálica Peatonal Doble Pasamanos	2,435.64
711-4	Valla Antivandalismo	39.15
711-7	Malla Galvanizada para Pasarela	169.42
IL-015	Poste Fe galvanizado 12m, 1 gancho recto de 1,0m	108.44
IL-017	Poste Fe galvanizado 10m, 1 gancho recto de 0,5m	34.67
IL-019	Transporte de Poste Fe galvanizado h>8m (10 x viaje de 10km)	8.01
IL-020	Montaje de Poste Fe galvanizado	11.72
IL-029	Prov. y Montaje de Tierras de Protección Poste Fe galvanizado	9.25
IL-008	Excavaciones fundaciones postes PFV o Fe galv.	9.16
IL-009	Fundaciones postes PFV o Fe galvanizados	17.49
COSTO HISTÓRICO ACCESORIOS PASARELA [UF]		2,843

Paso 3: Procesamiento de la información de condición

La información de condición proveniente de la auscultación visual es procesada obteniendo los índices de condición P_{k_t} .

Tabla 4.14. Índice de condición P_{k_t} según desempeño.

Elementos	P_{k_t}	
	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Mini postes	1 (100%)	1 (100%)
Barandas o Pasamanos	1 (100%)	0 (100%)
Vallas peatonales	1 (100%)	0 (100%)
Mallas electrosoldadas	1 (100%)	1 (100%)
Planchas policarbonato	1 (100%)	0 (100%)

Paso 4: Cálculo de valor

Considerando los costos históricos, datos de condición y vidas útiles mostrados previamente, es posible aplicar el modelo de valorización mediante la Ecuación (3.3).

Tabla 4.15. Valor del componente accesorios de la pasarela peatonal.

DESEMPEÑO	VALOR COMP. [UF]	% / C.H.
BUENO	2,132	75%
MALO	184	6%

4.3. Componente iluminación de pasarelas peatonales

a. Datos de Inventario

Tabla 4.16. Cubicaciones componente iluminación de la pasarela peatonal.

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
A	LUMINARIAS		
-	Lumin.A.P.LED 180W a 700mA,19 kLm, 80LEDs Sim.	Nº	6.00
	CABLEADO		
B	Conductor de Cu flexible 2,5 mm ² , 600V.	m	600.00
-	Tendido conductor Cu flexible en interior de postes	m	300.00
-	Conductor XTU 5,3 mm ² (10 AWG)	m	1,200.00
IL-012	Tendido conductor en interior de ductos (por circuito)	m	300.00
	CANALIZACIONES		
C	Canalización PVC Sch.40, 40mm ø	tiras 6m	120.00
IL-001	Tendido de Canalización PVC	tiras 6m	120.00
IL-002	Canalización c.a.g. C80.1 de 50mm ø (2"ø)	tiras 3m	18.00

IL-003	Caja de Derivación de Canalización c.a.g.	N°	3.00
-	Montaje de Canalización c.a.g.	tiras 3m	18.00
IL-004	OBRAS CIVILES		
D	Suministro y montaje de cámaras tipo B	N°	6.00
IL-005	Excavación y tapado de zanja para Tendido de ducto PVC	m ³	120.00
-	Relleno de arena protección de ductos	m ³	60.00
-	EMPALMES Y TABLEROS		
E	Empalme Monofásico en B.T. Aereo	N°	1.00
IL-027	Tablero de Protección y comandos	N°	1.00
IL-030	Prov. y Montaje Tierras de Protección de Empalmes	N°	1.00
IL-028	Trámites frente a Empresa Distribuidora Eléctrica	N°	1.00

b. Datos de Precios Unitarios

Tabla 4.17. Precios unitarios del componente iluminación de la pasarela peatonal.

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	P.U. [UF]
A	LUMINARIAS		
-	Lumin.A.P.LED 180W a 700mA,19 kLm, 80LEDs Sim. Teceo2	N°	27.7271
-	CABLEADO		
B	Conductor de Cu flexible 2,5 mm ² , 600V.	m	0.0164
-	Tendido conductor Cu flexible en interior de postes	m	0.0340
-	Conductor XTU 5,3 mm ² (10 AWG)	m	0.0357
IL-012	Tendido conductor en interior de ductos (por circuito)	m	0.0340
-	CANALIZACIONES		
C	Canalización PVC Sch.40, 40mm ø	tiras 6m	0.1435
IL-001	Tendido de Canalización PVC	tiras 6m	0.1943
IL-002	Canalización c.a.g. C80.1 de 50mm ø (2"ø)	tiras 3m	1.1590
IL-003	Caja de Derivación de Canalización c.a.g.	N°	0.3189
-	Montaje de Canalización c.a.g.	tiras 3m	0.2870
IL-004	OBRAS CIVILES		
D	Suministro y montaje de cámaras tipo B	N°	4.0208
IL-005	Excavación y tapado de zanja para Tendido de ducto PVC	m ³	1.5268
-	Relleno de arena protección de ductos	m ³	0.3642
-	EMPALMES Y TABLEROS		
E	Empalme Monofásico en B.T. Aereo	N°	7.1535
IL-027	Tablero de Protección y comandos	N°	38.3100
IL-030	Prov. y Montaje Tierras de Protección de Empalmes	N°	1.5412
IL-028	Trámites frente a Empresa Distribuidora Eléctrica	N°	10.6293

c. Datos de Condición

Tabla 4.18. Auscultación de los elementos del componente iluminación de la pasarela peatonal.

Elementos	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Luminarias	Pasarela Cubierta Horizontal: E(med)=100 lux / E(mín)=50 lux Vertical: E(med)=50 lux / E(mín)=30 lux	Pasarela Cubierta Horizontal: E(med)=100 lux / E(mín)=50 lux Vertical: E(med)=50 lux / E(mín)=30 lux
	Rampas Cubiertas Horizontal: E(med)=350 lux / E(mín)=100 lux Vertical: E(med)=50 lux / E(mín)=30 lux	Rampas Cubiertas Horizontal: E(med)=350 lux / E(mín)=100 lux Vertical: E(med)=50 lux / E(mín)=30 lux
	Integridad: 100% luminarias en buen estado (6 de 6 luminarias)	Integridad: 50% luminarias en buen estado (3 de 6 luminarias)

d. Cálculo de Valor

Paso 1: Procesamiento de la información de inventario

La información de inventario presentada ya fue procesada de manera conveniente en cuanto a la forma de ordenar los datos, ya que la información original del presupuesto se presenta sin separar lo que corresponde a cada componente.

Paso 2: Cálculo del CH

Tabla 4.19. CH del componente iluminación de la pasarela peatonal.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL [UF]
A	LUMINARIAS	
-	Lumin.A.P.LED 180W a 700mA,19 kLm, 80LEDs Sim. Teceo2	166.36
-	Lumin.A.P.LED 19W a 700mA,2 kLm, 8LEDs Sim. Teceo1	0.00
B	CABLEADO	
-	Conductor de Cu flexible 2,5 mm ² , 600V.	9.84
-	Tendido conductor Cu flexible en interior de postes	10.20
IL-012	Conductor XTU 5,3 mm ² (10 AWG)	42.84
-	Tendido conductor en interior de ductos (por circuito)	10.20
C	CANALIZACIONES	
IL-001	Canalización PVC Sch.40, 40mm ø	17.22
IL-002	Tendido de Canalización PVC	23.32
IL-003	Canalización c.a.g. C80.1 de 50mm ø (2"ø)	20.86
-	Caja de Derivación de Canalización c.a.g.	0.96
IL-004	Montaje de Canalización c.a.g.	5.17
D	OBRAS CIVILES	

IL-005	Suministro y montaje de cámaras tipo B	24.12
-	Excavación y tapado de zanja para Tendido de ducto PVC	183.22
-	Relleno de arena protección de ductos	21.85
E	EMPALMES Y TABLEROS	
IL-027	Empalme Monofásico en B.T. Aéreo	7.15
IL-030	Tablero de Protección y comandos	38.31
IL-028	Prov. y Montaje Tierras de Protección de Empalmes	1.54
-	Trámites frente a Empresa Distribuidora Eléctrica	10.63
COSTO HISTÓRICO ILUMINACIÓN PASARELA [UF]		594

Paso 3: Procesamiento de la información de condición

La información de condición proveniente de la auscultación visual y de los indicadores técnicos medidos es procesada obteniendo los índices de condición P_{jt} .

Tabla 4.20. Índice de condición P_{jt} según desempeño.

Elementos	P_{jt}	
	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Luminarias	Desempeño: Bueno	Desempeño: Bueno
	Integridad: 100% Bueno	Integridad: 50% Bueno
	1 (100%)	1 (50%)

Paso 4: Cálculo de valor

Considerando los costos históricos y datos de condición mostrados previamente, es posible aplicar el modelo de valorización mediante la Ecuación (3.4).

Tabla 4.21. Valor del componente iluminación de la pasarela peatonal.

DESEMPEÑO	VALOR COMP. [UF]	% / C.H.
BUENO	594	100%
MALO	297	50%

4.4. Componente estructural de paraderos de buses

a. Datos de Inventario

Tabla 4.22. *Cubicaciones componente estructural de los paraderos de buses.*

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
706-1	Caseta para Paraderos de la Locomoción Colectiva	Nº	2.00
515-1	Losa	m ³	6.40

b. Datos de Precios Unitarios

Tabla 4.23. *Precios unitarios del componente estructural de los paraderos de buses.*

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	P.U. [UF]
706-1	Caseta para Paraderos de la Locomoción Colectiva	Nº	77.6119
515-1	Losa	m ³	7.7612

c. Datos de Condición

Tabla 4.24. *Auscultación de los elementos del componente estructural de los paraderos de buses.*

Elementos	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Caseta de albañilería	100% Buen Estado	100% Buen Estado
Losa	100% Buen Estado	100% Mal Estado

d. Datos de Vida Útil

Se utilizan los valores presentados en Tabla 3.8.

e. Cálculo de Valor

Paso 1: Procesamiento de la información de inventario

La información de inventario presentada ya fue procesada de manera conveniente en cuanto a la forma de ordenar los datos, ya que la información original del presupuesto se presenta sin separar lo que corresponde a cada componente.

Paso 2: Cálculo del CH

Tabla 4.25. *CH del componente estructural de los paraderos de buses.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL [UF]
706-1	Caseta para Paraderos de la Locomoción Colectiva	155.22
515-1	Losa	49.67
COSTO HISTÓRICO ESTRUCTURA PARADEROS [UF]		205

Paso 3: Procesamiento de la información de condición

La condición proveniente de la auscultación visual es procesada obteniendo los índices P_{I_t} .

Tabla 4.26. Índice de condición P_{I_t} según desempeño.

Elementos	P_{I_t}	
	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Caseta de albañilería	1 (100%)	1 (100%)
Losa	1 (100%)	0 (100%)

Paso 4: Cálculo de valor

Considerando los costos históricos, datos de condición y vidas útiles mostrados previamente, es posible aplicar el modelo de valorización mediante la Ecuación (3.5).

Tabla 4.27. Valor del componente estructural de los paraderos de buses.

DESEMPEÑO	VALOR COMP. [UF]	% / C.H.
BUENO	154	75%
MALO	78	38%

4.5. Componente accesorios de paraderos de buses

a. Datos de Inventario

Tabla 4.28. *Cubicaciones componente accesorios de los paraderos de buses.*

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
607-1	Soleras Tipo A	m	40.00

b. Datos de Precios Unitarios

Tabla 4.29. *Precios unitarios del componente accesorios de los paraderos de buses.*

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	P.U. [UF]
607-1	Soleras Tipo A	m	0.5970

c. Datos de Condición

Tabla 4.30. *Auscultación de los elementos del componente accesorios de los paraderos de buses.*

Elementos	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Soleras	100% Buen Estado	100% Buen Estado

d. Cálculo de Valor

Paso 1: Procesamiento de la información de inventario

La información de inventario presentada ya fue procesada de manera conveniente en cuanto a la forma de ordenar los datos, ya que la información original del presupuesto se presenta sin separar lo que corresponde a cada componente.

Paso 2: Cálculo del CH

Tabla 4.31. *CH del componente accesorios de los paraderos de buses.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL [UF]
607-1	Soleras Tipo A	23.88
COSTO HISTÓRICO ACCESORIOS PARADEROS [UF]		24

Paso 3: Procesamiento de la información de condición

La información de condición proveniente de la auscultación visual es procesada obteniendo los índices de condición P_{m_t} .

Tabla 4.32. Índice de condición P_{m_t} según desempeño.

Elementos	P_{m_t}	
	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Soleras	1 (100%)	1 (100%)

Paso 4: Cálculo de valor

Considerando los costos históricos y datos de condición mostrados previamente, es posible aplicar el modelo de valorización mediante la Ecuación (3.6).

Tabla 4.33. Valor del componente accesorios de los paraderos de buses.

DESEMPEÑO	VALOR COMP. [UF]	% / C.H.
BUENO	24	100%
MALO	24	100%

4.6. Componente aceras peatonales

a. Datos de Inventario

Tabla 4.34. *Cubicaciones componente/activo aceras peatonales.*

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
417-1	Aceras de Hormigón	m ²	64.80
302-1	Base Granular, CBR > 80%	m ³	6.48

b. Datos de Precios Unitarios

Tabla 4.35. *Precios unitarios del componente/activo aceras peatonales.*

ÍTEM	NOMBRE	UNIDAD	P.U. [UF]
417-1	Aceras de Hormigón	m ²	0.5930
302-1	Base Granular, CBR > 80%	m ³	0.4179

c. Datos de Condición

Tabla 4.36. *Auscultación de los elementos del componente/activo aceras peatonales.*

Elementos	Buen Desempeño	Mal Desempeño
Aceras	100% Buen Estado	100% Buen Estado

d. Cálculo de Valor

Paso 1: Procesamiento de la información de inventario

La información de inventario presentada ya fue procesada de manera conveniente en cuanto a la forma de ordenar los datos, ya que la información original del presupuesto se presenta sin separar lo que corresponde a cada componente.

Paso 2: Cálculo del CH

Tabla 4.37. *Costo histórico del componentes aceras peatonales.*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL [UF]
417-1	Aceras de Hormigón	38.43
302-1	Base Granular, CBR > 80%	2.71
COSTO HISTÓRICO ACERAS [UF]		41

Paso 3: Procesamiento de la información de condición

La información de condición proveniente de la auscultación visual es procesada obteniendo los índices de condición P_{n_t} .

Tabla 4.38. Índice de condición P_{n_t} según desempeño.

Elementos	P_{n_t}	
	Buen Estado	Regular Estado
Aceras de hormigón	1 (100%)	1 (100%)

Paso 4: Cálculo de valor

Considerando los costos históricos y datos de condición mostrados previamente, es posible aplicar el modelo de valorización mediante la Ecuación (3.7).

Tabla 4.39. Valor del componente/activo aceras peatonales.

ESTADO	VALOR COMP. [UF]	% / C.H.
BUENO	24	100%
MALO	24	100%

4.7. Resumen de valor del grupo de activos asociados a pasarelas

Finalmente, se presentan los resultados de los valores por componente y del grupo de activos para cada escenario de desempeño, junto con su equivalente en porcentaje respecto de sus costos históricos. En la Tabla 4.40 y Tabla 4.41 se tienen los resultados para el desempeño bueno y malo, respectivamente.

Tabla 4.40. Valor del grupo de activos en buen desempeño.

ACTIVO	COMPONENTE	CH COMP. [UF]	VALOR COMP. [UF]	% / C.H.
Pasarela Peatonal	Estructura	12,846	12,846	100%
	Accesorios	2,843	2,132	75%
	Iluminación	594	594	100%
Paradero de buses	Estructura	205	154	75%
	Accesorios	24	24	100%
Acera peatonal	Acera peatonal	41	41	100%
Valor total		16,553	15,791	95.4%

Además, se complementa la información anterior, contrastando el valor de cada componente con su CH y se observan las diferencias de valor entre componentes en el escenario de buen desempeño de la concesionaria en sus actividades de mantenimiento.

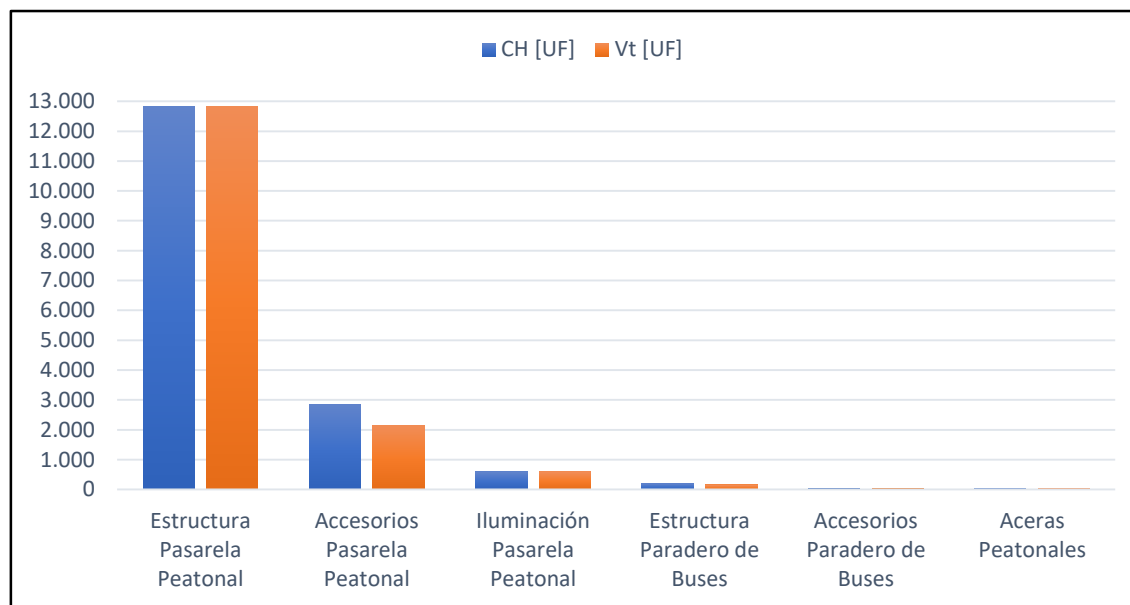


Figura 4.1. Valor vs CH de los componentes de pasarelas para un buen desempeño de gestión.

Luego, el resumen de valores para el escenario de mal desempeño:

Tabla 4.41. Valor del grupo de activos en mal desempeño.

ACTIVO	COMPONENTE	CH COMP. [UF]	VALOR COMP. [UF]	% / C.H.
Pasarela Peatonal	Estructura	12,846	7,708	60%
	Accesorios	2,843	184	6%
	Iluminación	594	297	50%
Paradero de buses	Estructura	205	78	38%
	Accesorios	24	24	100%
Acera peatonal	Acera peatonal	41	41	100%
Valor total		16,553	8,332	50.3%

Al igual que para el escenario anterior, se contrasta el valor de cada componente con su CH y las se observan las diferencias de valor entre componentes en el escenario de mal desempeño de la concesionaria en sus actividades de mantenimiento.

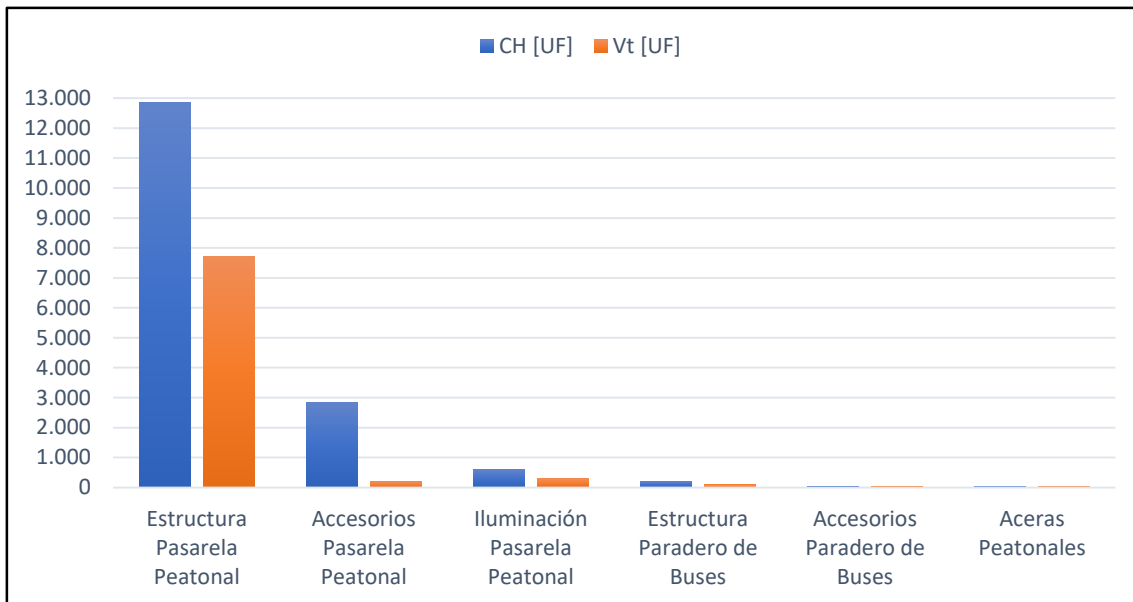


Figura 4.2. Valor vs CH de los componentes de pasarelas para un mal desempeño de gestión.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones por objetivos

Objetivo específico N°1: Ajustar un método de valorización propuesto para el componente estructural de pasarelas a través del desarrollo de un índice de condición cuantitativo que permita evaluar de manera objetiva la condición estructural de la pasarela.

Para cumplir con el objetivo anterior se desarrollaron los siguientes pasos generales:

- Una revisión exhaustiva de la literatura nacional e internacional respecto de índices de condición asociados a pasarelas peatonales, lo cual llevó a considerar pesos de elementos y pesos de deterioros, elementos representativos y posibles metodologías de base para los modelos propuestos.
- Desarrollo de una metodología de inspección de elementos estructurales basándose en las fichas del Informe de Inspección Anual realizado por INES Ingenieros Consultores, esto permitió tener un punto de partida para el desarrollo de las metodologías de inspección en cuanto a elementos y deterioros además de la forma de calificarlos de manera cuantitativa y ordenada.
- Determinación de los pesos estructurales de los elementos representativos del componente estructural (vigas, columnas y apoyos), mediante encuesta a panel de expertos estructurales. A partir de la literatura, había experiencia en determinar importancias porcentuales de elementos o componentes en base a encuestas a expertos, capturando esta idea y contextualizándola a los elementos que se propusieron representativos estructuralmente hablando.
- Determinación de los pesos de los deterioros que, de estar presentes, afectan en mayor medida el desempeño estructural de los elementos representativos, basándose en lo estipulado en la metodología I3MOP para la evaluación de condición de estructuras tipo puente empleado por la Dirección de Vialidad. Lo anterior, fue de gran relevancia para identificar los deterioros a considerar y cuantificar las diferencias en cómo afectan ciertos deterioros a ciertos elementos, ya que la presencia de uno u otro deterioro, afecta de manera distinta en el desempeño estructural del elemento en cuestión.
- Desarrollo de una metodología para la determinación del índice de condición estructural (ICEP) utilizando la información de inspección y de pesos mencionados en los puntos previos. Una vez recopilada toda la información anterior, y de realizarle adaptaciones en el contexto de aplicación, fue posible compilar todo y desarrollar la metodología propuesta para la determinación del ICEP, que es el eje del modelo de valorización del componente estructural de pasarelas.
- Implementación del ICEP en el modelo de valorización del componente estructural de pasarelas basado en la metodología de Valor Ajustado Respecto a la Condición Límite (VARCL). Finalmente, obtenido el ICEP, los costos históricos y determinadas las vidas útiles, recién fue posible aplicar el modelo del componente estructural de pasarelas.

Los modelos propuestos para los seis componentes asociados a una pasarela peatonal, se basan en 3 metodologías, el método de Valor Ajustado Respecto a la Condición Límite (VARCL) usado solo para el componente estructural de pasarelas, el método de Valor Fijo Respecto a la Condición Límite (VFRCL) usado para el componente iluminación de pasarelas, el componente accesorios de paraderos y el componente de aceras peatonales, y finalmente el método de Depreciación Lineal (DL) usado para el componente accesorios de pasarelas y el componente estructural de paraderos.

Para la aplicación del modelo basado en el método de VARCL, se requiere información de costo histórico y condición del componente para definir niveles de valores según el cumplimiento o no del

desempeño requerido para los elementos representativos. Además, se requiere de la vida útil del componente en función de su tipología para definir umbrales de aplicación del modelo.

Para la aplicación del modelo basado en el método de VFRCL, se requiere información de costo histórico y condición de los elementos del componente, verificando el cumplimiento o no de cada elemento y en caso de cumplir aportando su valor de costo histórico al valor del componente.

Para la aplicación del modelo basado en el método de DL, se requiere información de costo histórico, condición y vida útil de los elementos del componente para luego determinar el valor del componente como la suma de los valores de sus elementos.

El costo histórico de cada componente/elemento, según se requiera, se obtiene a partir de los precios unitarios y cubicaciones de las partidas de construcción definidas en las bases de licitación correspondientes al componente/elemento.

Para cada componente, se desarrolla una metodología para la determinación del índice de condición requerido para la aplicación del modelo. Esta condición es representada a través de indicadores técnicos determinados en base a la integridad y desempeño presente en los componentes/elementos, cuya determinación está bien establecida mediante una metodología de medición, unidades a evaluar y umbrales de cumplimiento.

El modelo propuesto tiene por objetivo ser una herramienta que permita al Estado evaluar la gestión del concesionario, como tal, integra condiciones de desempeño e integridad asociadas al nivel de servicio que castigan el valor del componente/elemento en caso de no cumplir los requerimientos mínimos propuestos, luego, incentiva las actividades de mantenimiento rutinarias en pos de prevenir pérdidas importantes de su valor, superiores a los costos de mantenimiento.

Para tener una compatibilización con el nivel de servicio a los usuarios, el modelo propuesto relaciona la pérdida de valor del activo con la pérdida de integridad y/o desempeño, medidos a través de la inspección de elementos y medición de indicadores técnicos relacionados, por lo que se desarrollan metodologías claras y objetivas para la determinación de los índices de condición, siendo específicos con las unidades a evaluar y las metodologías de medición para llegar a determinar el cumplimiento o no de los componentes/elementos.

En algunos casos, en que la vida útil del componente/elemento posee una vida útil superior al período de estudio y su reemplazo debe realizarse al final de su vida útil independiente de las actividades de mantención que se realicen a este, como es el caso del componente estructural de pasarelas, se establece un umbral temporal para la aplicación del modelo, es decir una restricción asociada que limita la validez de aplicación del modelo mientras el momento de evaluación sea menor a dicha vida útil.

Objetivo específico N°2: Aplicar y sensibilizar los métodos de valorización de pasarelas aplicándolos a datos reales de concesiones existentes y comparándolos con los resultados de aplicar el método actual usado por el MOP a esos datos.

Para la aplicación de los modelos se consideraron las pasarelas presentes en 2 rutas de la zona norte, 2 rutas de la zona centro y 2 rutas de la zona sur de Chile. Básicamente la elección de estas rutas se basa en que estas tuvieran presencia de pasarelas primero que todo, que tuvieran variedad de tipologías y que las pasarelas tuvieran la mayor cantidad de elementos o que fueran completas, es decir, que tuvieran elementos como mallas electro soldadas o planchas de policarbonato que según se detectó, no todas poseen.

Ahora bien, para la sensibilización de los modelos y la comparación entre lo propuesto y existente, se aplicaron los modelos propuestos y el modelo actual existente a las pasarelas catastradas en las 6 rutas contempladas, para lo cual fue necesario realizar ciertas aproximaciones en términos de precios unitarios e inventario y con ello determinar los costos históricos de componentes/elementos, ya que no se contaba con la información detallada de construcción. Sin embargo, fue posible obtener toda la información requerida para la aplicación y de esta manera tener un panorama cuantitativo y comparable entre ambos modelos.

Posteriormente, se identificaron grandes diferencias entre el modelo de valorización propuesto y los modelos actuales utilizados en Chile para el cálculo de costo histórico, básicamente por que el modelo actual considera un valor fijo en función del largo de atravesado de la pasarela, a diferencia del modelo propuesto en donde se consideran todas las partidas de construcción de dicho componente/elemento detalladas y los precios unitarios establecidos en las bases de licitación.

Otra gran diferencia del modelo actual respecto el propuesto, es que el primero no considera indicadores de condición, por tanto, no está asociado al nivel de servicio requerido y difícilmente puede ser asociado al nivel de gestión que realiza el concesionario a este grupo de activos.

A su vez, estas diferencias están estrechamente relacionadas con los objetivos de cada modelo de valorización. En efecto, el modelo propuesto está enfocado en valorizar las pasarelas con objetivos de gestión a nivel de proyecto en un contrato de concesión vial interurbana, mientras que los modelos actuales se basan en una metodología desarrollada originalmente para la red vial nacional no concesionada, con el objetivo de justificar necesidades de financiamiento para el mantenimiento de activos viales. Para las rutas analizadas en los casos de estudio, con el modelo propuesto se obtienen pérdidas de valor mayores y más sensibles a los diferentes escenarios de gestión que las pérdidas obtenidas con los modelos actuales.

De esta forma, se concluye que el modelo propuesto es una mejor herramienta que los modelos actuales para la valorización de las pasarelas peatonales de concesiones viales interurbanas, al ser más sensible a cambios en su desempeño. Por la misma razón, además, el modelo es susceptible de ser implementado en bases de licitación con el objetivo de permitir al Estado evaluar la gestión de la conservación del valor de los activos llevada a cabo por el concesionario.

Finalmente, luego de la aplicación y sensibilización de los modelos propuestos y de realizar un análisis comparativo con el modelo actual, fue posible hacer una retroalimentación con expertos del área de concesiones y de la Dirección de Vialidad, los que aportaron con visiones externas en la mejoría de la interpretación y claridad de la información para facilitar la aplicación de los modelos. Estas mejorías, están principalmente relacionadas con: presentar de manera ordenada y diferenciada lo referente al modelo de cada componente, presentar detalles sobre cómo, cuándo y con qué se realiza la evaluación de condición de cada componente y sus elementos, definir unidades muestrales claras, presentar fichas resumen con los elementos de cada modelo, presentar diagramas asociados al procedimiento de aplicación de cada modelo y presentar los resultados esquemáticamente identificando claramente las mejorías de lo propuesto en contraste con lo actual.

Objetivo específico N°3: Elaborar un manual técnico de aplicación en bases de licitación de carreteras concesionadas chilenas.

Se ha definido una metodología de cálculo, que permite generar reportes de calificaciones de nivel de servicio, tanto en una escala numérica como categórica, de todos los elementos constitutivos del modelo de nivel de servicio:

- Característica/Indicador Técnico
- Activo/componente/elemento Vial
- Valor en juego
- Calificación global del nivel de servicio

Algunas características importantes de los modelos propuestos son:

- Permite orientar adecuadamente la gestión de la sociedad concesionaria. Por ejemplo, a través del seguimiento de las calificaciones categóricas de cada uno de los indicadores técnicos, se pueden programar acciones preventivas que eviten el deterioro acelerado de ciertos elementos y que luego se vean reflejados en niveles de servicio inadecuados. Además, a partir de la determinación de la importancia relativa de todos los elementos constitutivos del modelo, se incentiva que la sociedad concesionaria se enfoque en los atributos de mayor relevancia para los usuarios.
- Constituye un instrumento de información fácilmente interpretable por los usuarios de carreteras. Por ejemplo, a través del reporte de calificaciones categóricas (muy malo, malo, justo, bueno, muy bueno) de cada uno de los valores en juego (comodidad, seguridad, movilidad y accesibilidad, otros) y de la calificación global de nivel de servicio, se da cuenta a los usuarios del servicio proporcionado por la sociedad concesionaria.

Por construcción, el modelo desarrollado permite valorizar desempeños superiores a los mínimos exigidos, en cada uno de los indicadores técnicos y a nivel global. Por lo tanto, se ha desarrollado una propuesta genérica, adaptable a cada proyecto en particular, para establecer incentivos a partir del desempeño cuantificado por el modelo de nivel de servicio durante todo el periodo de concesión, sin embargo, se deja abierta la posibilidad de definir incentivos anuales a partir del desempeño cuantificado durante el mismo. De manera simultánea, a partir de las calificaciones globales de nivel de servicio, se ha desarrollado una propuesta genérica para establecer causales de incumplimiento grave de las obligaciones de la sociedad concesionaria. Por último, se utilizan conceptos vinculados al modelo de nivel de servicio propuesto, tales como la importancia relativa y la calificación categórica de los indicadores técnicos, los valores en juego involucrados y el nivel de ingresos de la concesión, para definir una propuesta genérica de penalizaciones.

La simulación del modelo de nivel de servicio propuesto, utilizando datos de carreteras interurbanas concesionadas en etapa de explotación de 3 zonas del país, ha permitido cuantificar la evolución del desempeño global de nivel de servicio durante los años considerados en el análisis. Al mismo tiempo, se pudo comparar el nivel de servicio prestado durante el mismo mes, pero en diferentes años.

5.2. Comentarios generales y recomendaciones

A partir de los resultados obtenidos en los casos de estudio, se comprueba la hipótesis de investigación, ya que el modelo de valorización propuesto evidencia mayores niveles de exactitud y precisión que los modelos actuales utilizados en Chile. La mayor exactitud se refleja en la obtención de un costo histórico específico de cada elemento y/o componente de una pasarela y no general por pasarelas que por otro lado no permite la aplicación de los modelos propuestos. Por otra parte, la mayor precisión se refleja en la mayor sensibilidad del modelo propuesto respecto a los actuales, a los cambios de desempeño ocurridos en el tiempo para los diferentes escenarios de gestión. La mayor sensibilidad ocurre principalmente porque el modelo propuesto considera los estándares y objetivos correspondientes a carreteras concesionadas interurbanas en fase de explotación. Lo anterior no ocurre para los modelos actuales, que se basan en una metodología enfocada en la valorización de la red vial nacional no concesionada.

Sin perjuicio de lo anterior, es importante recalcar algunas de las limitaciones del presente estudio. En particular, existen algunas limitaciones para el análisis de las concesiones tipo, ya que fue necesario aplicar diversas consideraciones y supuestos razonables. Lo anterior implica que los resultados obtenidos no necesariamente reflejan la evolución real de la condición y valor. Algunas de estas consideraciones y supuestos son: completar datos faltantes con los datos de pasarelas de las mismas características o aledañas; asumir un periodo de análisis de 20 años considerando un nivel de desempeño “Muy Bueno” en el año inicial; no considerar en el análisis las variaciones en los flujos de las pasarelas pudiendo afectar en la velocidad de deterioro y en la frecuencia de inspección y/o mantención; etc.

Se recomienda, en términos generales, aprovechar la adaptabilidad del modelo para aplicarlo en distintas áreas y para enfrentar distintos desafíos. Este estudio provee variadas ideas de cómo abordar problemas asociados a la falta de datos, de indicadores técnicos, de metodologías de medición, de modelos cuantitativos que además estén asociados al nivel de servicio prestado a los usuarios y al nivel de integridad y desempeño de la infraestructura. Por otro lado, permite incorporar incentivos y penalizaciones para contribuir a una mejor gestión y desempeño de activos y, además, es implementarle en bases de licitación de futuros proyectos no tanto solo del ámbito vial, si no que para los tipos de activos que se requiera.

5.3. Investigaciones futuras

En base a las limitaciones del modelo propuesto, se señalan las siguientes posibles mejoras:

- Abarcar más tipologías de pasarelas para que se cuente con el modelo y poder valorizar cuando se construyan pasarelas con tipologías que no se han desarrollado aún en el país.
- Sistematizar la inspección para que incluso alguien con poca experiencia pueda realizar la evaluación de condición y así minimizar los costos de aplicación.
- Automatizar la valoración implementando, por ejemplo, softwares en los que baste con ingresar los datos de entradas y así disminuir costos y errores en cálculo.
- Estudios de vidas útiles de los elementos específicos utilizados o exigidos, de manera que este valor se ajuste lo mayor posible a la realidad, dado que afecta significativamente al momento de definir el periodo de validez del modelo para ese elemento específico.
- Actualización de PU para actividades construcción y rehabilitación específicos de cada elemento, para que los costos se ajusten a la realidad actual y con ello contribuir a una valoración más precisa.
- Definir incentivos y penalizaciones asociadas a la condición de cada elemento/componente para así procurar que estos siempre se encuentren en la mejor condición posible.
- Definir costos operacionales asociados a la aplicación del modelo propuesto para poder gestionar montos de inversión y planificar las intervenciones respectivas.

Referencias

- Acharya, D. (2014). *Transportation Asset Valuation* [Tesis de Magíster, The University of Toledo]. http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=toledo1418387965
- Alyami, Z. (2017). *Asset Valuation: A Performance Measure for Comprehensive Infrastructure Asset Management* [Tesis de Doctorado, University of Waterloo]. <https://uwspace.uwaterloo.ca/handle/10012/12727>
- Alyami, Z., & Tighe, S. (2016). A Methodology for Integrating Asset Valuation in Transportation Asset Management. *Resilient Infrastructure, Canadian Society for Civil Engineering (CSCE)*
- Amekudzi, A., Herabat, P., Wang, S., & Lancaster, C. (2002). Multipurpose Asset Valuation for Civil Infrastructure: Aligning Valuation Approaches with Asset Management Objectives and Stakeholder Interests. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1812(1), 211–218. <https://doi.org/10.3141/1812-26>
- Amekudzi-Kennedy, A., Labi, S., & Singh, P. (2019). Transportation Asset Valuation: Pre-, Peri- and Post-Fourth Industrial Revolution. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2673(12), 163–172. <https://doi.org/10.1177/0361198119846470>
- Arenas, C. (2020). *Aplicación de un modelo para evaluar la conservación del patrimonio vial en carreteras interurbanas concesionadas en etapa de explotación* [Memoria de Título]. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) (2013). *Guía práctica de galvanizado por inmersión en caliente*. 64. Cámara Femental, Comité de Galvanizadores. <https://www.scribd.com/document/561168471/Guia-Galvanizado-24nov14-1-Completo-Espanol>
- Barrientos, J. (2019). *Desarrollo de herramientas de gestión para evaluar el desempeño en la operación y conservación del patrimonio durante la etapa de explotación de la concesión vial, aplicables en bases de licitación para futuras concesiones* [Memoria de Título]. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Boudeguer, A., Prett, P., & Squella, P. (2010). *Manual de accesibilidad universal: ciudades y espacios para todos* (1a. ed.). Corporación Ciudad Accesible.
- Burgos, S. (2019). *Indicadores de desempeño para capacidad estructural y vibraciones del pavimento y serviciabilidad de paraderos, para modelo de niveles de servicio en carreteras concesionadas* [Tesis de Pregrado]. Universidad Técnica Federico Santa María. <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/47059>
- De Solminihac, H., Echaveguren, T., & Chamorro, A. (2018). *Gestión de Infraestructura Vial* (Tercera Edición). Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Delgadillo, R., Echaveguren, T., Wahr, C., Muñoz, R., Gómez, J., & Jiménez, G. (2018). Estado del Arte y de la Práctica en Evaluación de Carreteras por Nivel de Servicio. *13th Chilean Maintenance Conference (PROVIAL)*, 17.
- Delgadillo, R., Echaveguren, T., Wahr, C., Muñoz, R., Gómez, J., Jiménez, G., & Ebensperger, M. (2020). *Manual Técnico para Licitación de Concesiones Viales por Nivel de Servicio* (Informe Final DT-06-2020; Proyecto FONDEF IT16I10008). Universidad Técnica Federico Santa María y Universidad de Concepción.

- Dewan, S. A., & Smith, R. E. (2005). *Valuing Pavement Network Assets and Use of Values as Decision Supports*. *Journal of Infrastructure Systems*, 11(4), 202–210. <https://es.scribd.com/document/651695647/dewan2005>
- Dojutrek, M., Makwana, P., & Labi, S. (2012). *A Methodology for Highway Asset Valuation in Indiana* (Final Report FHWA/IN/JTRP-2012/31). Joint Transportation Research Program and Purdue University. <https://doi.org/10.5703/1288284315035>
- De Vicente Plásticos (DVP) (2015). *Catalogo cubiertas y revestimientos de policarbonatos y pvc*. <https://es.scribd.com/document/323086731/CATALOGO-POLICARBONATO-2015-pdf>
- Ebensperger, M. (2020). *Propuesta conceptual para evaluación del servicio a la comunidad y el medio ambiente aledaños durante la operación de una carretera interurbana concesionada* [Tesis de Magíster]. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Falls, L. C., Haas, R. C. G., & Tighe, S. L. (2004). A Comparison of Asset Valuation Methods for Civil Infrastructure. *6th International Conference on Managing Pavements: The Lessons, The Challenges, The Way Ahead*. <http://conf.tac-atc.ca/english/resourcecentre/readingroom/conference/conf2004/docs/s7/cowefalls.pdf>
- Falls, L. C., Haas, R., & Tighe, S. (2005). A Framework for Selection of Asset Valuation Methods for Civil Infrastructure. *2005 Annual Conference of the Transportation Association of Canada Session: Very Long-term Life Cycle Analysis of Pavements – Determining the True Value of our Investment*.
- Federal Highway Administration. (2016). *Incorporating Asset Valuation into Transportation Asset Management Financial Plans* (FHWA-HIF-16-009). United States Department of Transportation. <https://rosap.nhtl.gov/view/dot/42719>
- Fernández, C. (2021). *Propuesta de valorización de pasarela peatonal, paradero de bus y acera peatonal compatible con el nivel de servicio de carreteras interurbanas concesionadas* [Memoria de Título]. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Gómez, J. (2019). *Desarrollo de herramientas de gestión para evaluar el desempeño en la operación y conservación del patrimonio durante la etapa de explotación de la concesión vial, aplicables en bases de licitación para futuras concesiones* [Tesis de Magíster]. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Herabat, P., Amekudzi, A. A., & Sirirangsi, P. (2002). Application of Cost Approach for Pavement Valuation and Asset Management. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1812(1), 219–227. <https://doi.org/10.3141/1812-27>
- Hogg, E., & Reid, D. (2016). *Road Asset Management Planning: Asset Valuation Report 2015-2016* (Version 3.0). Falkirk Council. Scotland.
- Lim, T., Porras-Alvarado, J. D., & Zhang, Z. (2019). Pricing of Highway Infrastructure for Transportation Asset Management. *Built Environment Project and Asset Management*, 9(1), 64–79. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-05-2018-0083>
- London Bridges Engineering Group (LoBEG). (2012). *LoBEG Technical Note: Asset Valuation for Highway Structures (Version3.0)*. London Bridges Engineering Group.
- Ministerio de Obras Públicas. (2014). *Estudio Básico: Metodología para la Determinación del Patrimonio Vial* (Informe Final DDQ-107-08-ID-VO-PV-IDI-006-Vb). Dirección de Vialidad.
- Ministerio de Obras Públicas. (2016). *Valor del Patrimonio Vial de la Red Vial Nacional—Año 2013*. Departamento de Gestión Vial, Dirección de Vialidad.

- Ministerio de Obras Públicas. (2019a). *Bases de Licitación: Segunda Concesión Ruta 5 Tramo Talca—Chillán*. Dirección General de Concesiones.
- Ministerio de Obras Públicas. (2019b). *Estimación del valor patrimonial de la concesión Talca Chillán* (Informe Final DDQ-MOP-001-19-010-03). Dirección General de Concesiones.
- Ministerio de Obras Públicas. (2020). *Proposición de acciones de mantenimiento (PAM) y estado de la calzada y bermas para caminos pavimentados de la red vial nacional*. Dirección de Vialidad.
- Ministerio de Obras Públicas. (2021a). *Bases de Licitación: Segunda Concesión Autopista Santiago-San Antonio, Ruta 78*. Dirección General de Concesiones.
- Ministerio de Obras Públicas. (2021b). *Informe valor patrimonial de las obras del proyecto tramo Chillán-Collipulli* (Revisión A-Abril 2021; Estudio integral concesión Ruta 5: Tramo Chillán-Collipulli y tramo Temuco-Río Bueno). Dirección General de Concesiones.
- Ministerio de Obras Públicas. (2021c). *Informe valorización patrimonial-Item pavimentos tramo Santiago-San Antonio* (Informe Final N° 19-D09-1-R78-A4-PV-ING-INF-001-C; Estudio integral concesión Ruta 78: tramo Santiago - San Antonio y tramo acceso vial a puertos). Dirección General de Concesiones.
- Ministerio de Obras Públicas. (2022a). *Manual de Carreteras: Vol. 4. Planos de obras tipo* (2022^a ed.). Dirección de Vialidad.
- Ministerio de Obras Públicas. (2022b). *Manual de Carreteras: Vol. 5. Especificaciones técnicas generales de construcción* (2022^a ed.). Dirección de Vialidad.
- Ministerio de Obras Públicas. (2022c). *Manual de Carreteras: Vol. 6. Seguridad Vial* (2022^a ed.). Dirección de Vialidad.
- Muñoz, R. (2020). *Desarrollo de un modelo para evaluar el nivel de servicio de carreteras interurbanas concesionadas desde el punto de vista del usuario* [Tesis de Magíster]. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Polymerland. (2017). *Ficha Técnica Policarbonato Alveolar*. <https://es.scribd.com/document/364802142/Polymerland-Ficha-Policarbonato-Alveolar>
- Stone, C. D. (2014). *A Methodological Framework for Economic Evaluation of Existing Roadway Assets* [Tesis de Magíster, The University of Texas at Austin]. <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/25856>
- Turnbull, K. (2015). *Data and Statistics for Valuing Transportation Infrastructure and Transportation's Contribution to the Economy* (Transportation Research Circular Number E-C192). <http://www.trb.org/Main/Blurbs/172046.aspx>
- Weldemicael, E., Li, S. X., & Redd, L. (2018). Asset Valuation of Transportation Infrastructure: Proof of Concept in Colorado. *Transportation Research Board 97th Annual Meeting*. <https://trid.trb.org/View/1495596>
- Zhu, J., Chen, M., & Lei, Q. (2020). Study on Evaluation Method of the Total Asset Value of National and Provincial Highway Infrastructure. *International Conference on Construction and Real Estate Management 2020: Intelligent Construction and Sustainable Buildings*, 793–803. <https://doi.org/10.1061/9780784483237.091>
- Tabor, J. M. M., Yau, N. J., & Liao, H. K. (2022). *Maintenance prioritisation framework for Taiwan's pedestrian bridges*. *Structure and Infrastructure Engineering*. <https://doi.org/10.1080/15732479.2022.2147200>

Anexos

A. Ficha técnica para evaluar el nivel de servicio asociado a la funcionalidad de la pasarela

TIPO DE DOCUMENTO	Ficha técnica	
CARACTERÍSTICA	Condición funcional de pasarela	
IDENTIFICADOR	PA-PA-FT2	
INFORME TÉCNICO ASOCIADO	Definición de un indicador de nivel de servicio asociado a la funcionalidad de pasarelas (PA-PA-FT2)	
DESARROLLADO POR	Universidad Técnica Federico Santa María	
INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDIDA
Número de fallas mensuales en exigencias de funcionalidad de pasarelas (PAS _r)	pasarela-día	Mensual
NORMATIVA DE REFERENCIA		
-		
EQUIPO DE MEDICIÓN		
-		
METODOLOGÍA DE MEDICIÓN Y CONSIDERACIONES		
<p>En pasarelas se tendrán las siguientes exigencias:</p> <p>1) Limpieza e higiene: se exige que la pasarela evaluada se encuentre limpia, libre de suciedad y basura en general, libre de rayados o graffitis y malos olores, y su pintura en buen estado.</p> <p>2) Iluminación: todos los elementos de iluminación presentes en la pasarela deben encontrarse plenamente íntegros y funcionales. No puede faltar ningún elemento del sistema de iluminación, ni tampoco presentar alguna señal de deterioro como óxido, roturas, elementos sueltos, etc.</p> <p>3) Superficie y acceso: la superficie debe ser antideslizante en seco y mojado, para lo cual los tratamientos aplicados sobre ésta, como los sellos de alta fricción (SAF), deben encontrarse íntegros, sin señal de desprendimiento de material o erosión o material suelto en la superficie. Adicionalmente, no pueden existir obstáculos, elementos extraños ni otras situaciones que impidan o dificulten el acceso a la pasarela o el tránsito a través de ésta, incluyendo la acumulación de nieve debiendo ser ésta removida de los accesos.</p> <p>4) Drenaje: no pueden existir señales de anegamiento o encharcamiento tanto en la pasarela como en sus accesos.</p> <p>5) Barandas o pasamanos: no deben presentar señales de deterioro como presencia de óxido, elementos sueltos o faltantes, etc. La superficie de estos elementos deben ser lisa, sin presentar cantos filosos o resaltes que dificulten o impidan el contacto continuo con las manos.</p> <p>6) Vallas peatonales: deben encontrarse íntegras, sin aberturas o falta de elementos que permitan el paso de peatones a través de la calzada y/o la mediana. Su propósito es conducir a la gente a utilizar las pasarelas.</p> <p>La inspección será visual y olfativa, debiendo la pasarela cumplir con todas las exigencias a la vez.</p> <p>Los tiempos de reposición que posee el concesionario para cada exigencia son los siguientes:</p> <p>1) Limpieza e higiene: 1 día. 2) Iluminación: 1 día. 3) Superficie y acceso: 1 día. 4) Drenaje: 0 días. 5) Barandas o pasamanos: 0 días. En situaciones fortuitas sin control por parte del concesionario y justificada por éste como accidentes de tránsito, el tiempo de reposición será de 7 días. 6) Vallas peatonales: 0 días. En situaciones fortuitas sin control por parte del concesionario y justificada por éste como accidentes de tránsito, el tiempo de reposición será de 7 días.</p>		

Figura A.1. Ficha técnica para evaluar el nivel de servicio asociado a la funcionalidad de la pasarela (Ebensperger, 2020).

Las pasarelas deberán cumplir con todas las exigencias a la vez durante la inspección. En caso de no cumplirse una o más de las exigencias el concesionario deberá corregir los problemas en los tiempos de reposición indicados anteriormente, de lo contrario la pasarela se declara en estado de incumplimiento.					
El indicador PAS_f se evalúa mensualmente de la siguiente forma:					
$PAS_f = \sum_{k=1}^d \sum_{j=1}^n I_{j,k}$					
Donde:					
PAS_f : Número de fallas mensuales en exigencias de funcionalidad de pasarelas. Su unidad de medición corresponde a [pasarela-día].					
$I_{j,k}$: Es la variable que representa el estado de incumplimiento de la pasarela "j" en el día "k". Adopta el valor 1 si la pasarela es declarada en estado de incumplimiento en dicho día, en caso contrario adopta el valor 0.					
k: Es el sub índice que representa el contador de los días del mes en el cual se evalúa el indicador.					
j: Es el sub índice que representa el contador de las pasarelas existentes en la concesión.					
d: Número total de días del mes en el cual se evalúa el indicador.					
n: Número total de pasarelas presentes en la concesión.					
El indicador PAS_f será, por lo tanto, la suma total de los días de incumplimiento (fuera del tiempo de reposición) de cada pasarela declarada en dicho estado durante el mes.					
NIVELES DE DESEMPEÑO					
N° de pasarelas en concesión	MUY BUENO	BUENO	JUSTO	MALO	MUY MALO
	PAS_f [pasarela-día]				
≤ 20	0	1	2	3	≥ 4
> 20	0	[1;2]	[3;4]	[5;6]	≥ 7

Figura A.2. Ficha técnica para evaluar el nivel de servicio asociado a la funcionalidad de la pasarela (continuación) (Ebensperger, 2020).

B. Check List para el ICEP cualitativo.

Check List para el Índice de condición estructural de la pasarela					
Parte I. Identificación estructural (instrucciones para el inspector)					
a. Columnas principales: Sostienen la estructura en sus extremos					
b. Vigas principales (sostienen la senda peatonal en altura)					
c. Columnas secundarias (sostienen los accesos y escalas)					
d. Vigas secundarias (sostienen la continuación de la senda peatonal, antes de llegar al acceso)					
e. Cuando se inspeccione la pasarela, se sugiere dividir de forma transversal imaginariamente en lado A y lado B, considerando que cada acceso es un lado.					
Parte II. Deterioros del acero					
A. Corrosión					
1. Columnas principales lado A	MB	B	R	M	MM
2. Columnas principales lado B					
3. Vigas principales lado A					
4. Vigas principales lado B					
5. Columnas secundarias lado A					
6. Columnas secundarias lado B					
7. Vigas secundarias lado A					
8. Vigas secundarias lado B					
9. Accesos y escalas lado A					
10. Accesos y escalas lado B					
<i>*Para cuantificar el nivel de corrosión, considere: MB, sin corrosión; B, corrosión superficial; R, corrosión extensa pero no penetrante; M, corrosión extensa y penetrante en columnas y vigas secundarias; MM, corrosión extensa y/o penetrante en columnas y/o vigas principales.</i>					
B. Extracción, rotura o quiebre (por impactos vehiculares u otros)					
11. Columnas principales					
12. Columnas secundarias					
13. Accesos y escalas lado A					
14. Accesos y escalas lado B					
III. Deterioros del hormigón					
A. Ausencia o pérdida de hormigón					
15. Cimientos principales lado A					
16. Cimientos principales lado B					
17. Cimientos secundarios lado A					
18. Cimientos secundarios lado B					
19. Losa de acceso lado A					
20. Losa de acceso lado B					
<i>*Si visualmente no hay ausencia o pérdida de hormigón, considerad MB. A medida que se observe ausencia o pérdida de material importante, ir avanzando hasta MM, de acuerdo a criterio.</i>					

Figura B.1. Check List para el índice de condición estructural de pasarelas (Arenas, 2020).

C. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de integridad de las pasarelas peatonales

IDENTIFICADOR	NOMBRE						
PA-PA-FT1	Integridad de las pasarelas						
INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDIDA					
Índice de condición estructural (ICEP)	Adimensional	Semestral					
NORMATIVAS DE REFERENCIA							
-							
EQUIPOS DE MEDICIÓN							
Inspección visual							
METODOLOGÍA DE MEDICIÓN Y CONSIDERACIONES							
La exigencia de integridad se determina en términos del índice de condición estructural de la pasarela (ICEP), el cual se determina a través de la aplicación del Check List del indicador del mismo nombre (CLICEP)							
Según el estado de arte, las pasarelas generalmente están construidas por dos elementos estructurales importantes: acero y hormigón. Debido a que cada elemento posee diferentes tipos de deterioros, se hace necesario elaborar un índice que permita cuantificar, de acuerdo al desgaste, fractura, quiebre, ausencia o fatiga del elemento en cuestión, el nivel de deterioro que puede presentar en el tiempo.							
Para estimar el indicador se requerirá realizar una inspección visual de los subactivos antes mencionados. Se seguirá el siguiente procedimiento: (a) Visita en terreno del área de servicio; (b) Aplicación del CLICEP; (c) Registro del CLICEP en un archivo digital y (d) evaluación del índice de condición estructural.							
La evaluación del ICEP se determina con la escala del capítulo 1.4 del informe técnico y se calcula:							
$ICEP = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$							
NIVELES DE DESEMPEÑO							
MUY BUENO	BUENO	JUSTO	MALO	MUY MALO			
ICEP							
[5.00]	]5.00 - 4.50]	]4.50 - 4.00]	]4.00 a 2.50]	]2.50 a 1.00]	
PORCENTAJE DE APLICACIÓN DE CLICEP							
	[5.00]	]5.00 - 4.50]	]4.50 - 4.00]	]4.00 a 2.50]	]2.50 a 1.00]
CALIFICACION DEL INDICADOR	MUY BUENO	≥ 50%	< 50%	[0 - 5%]	= 0	= 0	
	BUENO	≥ 50%		< 50%	= 0	= 0	
	JUSTO	100%				= 0	= 0
	MALO	-]0% - 5%]	= 0	
	MUY MALO	-]5% - 10%]	= 0	
	MUY MALO	-					> 0%

Figura C.1. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de integridad de pasarelas peatonales (Arenas, 2020).

D. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de los paraderos de buses

TIPO DE DOCUMENTO	Ficha técnica	
CARACTERÍSTICA	Funcionalidad e Integridad de Paraderos	
IDENTIFICADOR	PAR-PAR-FT3	
INFORME TÉCNICO ASOCIADO	Definición de un indicador de nivel de servicio asociado a Paradero (PAR-PAR-IT1)	
DESARROLLADO POR	Universidad Técnica Federico Santa María	
INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDIDA
Número de fallas mensuales en exigencias de integridad y funcionalidad de paraderos (PAR_{fun})	paradero-día	Mensual
NORMATIVA DE REFERENCIA		
-		
EQUIPO DE MEDICIÓN		
Inspección visual y olfativa.		
METODOLOGÍA DE MEDICIÓN Y CONSIDERACIONES		
<p>Todos los paraderos deben estar funcionales e íntegros o su funcionalidad e integridad debe ser remendada dentro del plazo de restauración establecido durante toda la etapa de explotación. Se considerará que los objetos a evaluar están funcionales sólo si se cumplen copulativamente las siguientes condiciones:</p> <p>a) Se exige que el paradero se encuentre limpio, libre de suciedad y basura en general, libre de rayados o graffitis y malos olores.</p> <p>b) Accesos están libres de cualquier elemento extraño que altere la circulación de los peatones. Esto debe incluir la remoción de nieve.</p> <p>Se considerará que los objetos a evaluar están íntegros sólo si se cumplen copulativamente las siguientes condiciones:</p> <p>a) Soleras sin daños, con sus juntas selladas y en la posición correcta.</p> <p>b) Los paraderos están con los elementos estructurales en buen estado. Elementos de hormigón sanos, sin fierro a la vista y sin grietas no selladas ni trozos faltantes.</p> <p>c) Las zonas de resguardo para peatones en buen estado, tienen su superficie libre de baches, deformaciones y cualquier irregularidad que altere una superficie adecuada para el tránsito cómodo y seguro del peatón.</p> <p>d) Los paraderos están con su pintura en buen estado.</p>		
La limpieza, accesibilidad, condición y estado de los elementos de paraderos se constatará mediante inspección visual. Los olores se constatarán mediante inspección olfativa.		
Cuando se detecte el incumplimiento de las condiciones funcionales , el Concesionario dispondrá de 24 horas para subsanar la problemática. Si la condición es de integridad , se dispondrán de 7 (siete) días para subsanar el incumplimiento. En caso de algún hecho fortuito, accidente u otro evento (actos vandálicos, hurtos, desastre natural) que requiera la reposición de alguna instalación, el plazo será de hasta 14 (catorce) días según criterio del Inspector Fiscal. Cuando alguna de las exigencias se encuentre en incumplimiento, si se resuelve dentro del período de restauración, para los efectos de la determinación del indicador, las exigencias se han cumplido.		

Figura D.1. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de los paraderos (Burgos, 2019).

Si una vez vencido alguno de los plazos de reposición anteriormente presentados no se subsanan las irregularidades, entonces se declara el paradero en cuestión en estado de incumplimiento.					
El indicador PAR_{fun} se evalúa mensualmente de la siguiente forma:					
$PAR_{fun} = \sum_{k=1}^d \sum_{j=1}^n I_{j,k}$					
Donde:					
PAR_{fun}: Número de fallas mensuales en exigencias de integridad y funcionalidad de paraderos. Su unidad de medida corresponde a [paradero-día].					
$I_{j,k}$: Es la variable que representa el estado de incumplimiento del paradero "j" en el día "k". Adopta el valor 1 si el paradero se encuentra en estado de incumplimiento en dicho día, en caso contrario adopta el valor 0.					
k: Es el sub índice que representa el contador de los días del mes en el cual se evalúa el indicador.					
j: Es el sub índice que representa el contador de los paraderos existentes en la concesión.					
d: Número total de días del mes en el cual se evalúa el indicador.					
n: Número total de paraderos en la concesión.					
NIVELES DE DESEMPEÑO					
MUY BUENO		BUENO	JUSTO	MALO	MUY MALO
N° de paraderos concesionados	Número de incumplimientos mensuales de funcionalidad e integridad de paraderos PAR_{fun} [paradero-día]				
≤ 40	0	1	2	3	≥4
]40;80]	0	[1;2]	[3;4]	[5;6]	≥7
>80	0	[1;3]	[4;6]	[7;9]	≥10

Figura D.2. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de los paraderos (Continuación) (Burgos, 2019).

E. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de las aceras peatonales

TIPO DE DOCUMENTO	Ficha técnica	
CARACTERÍSTICA	Integridad y funcionalidad de aceras	
IDENTIFICADOR	VS-AC-FT1	
INFORME TÉCNICO ASOCIADO	Definición de un indicador de nivel de servicio asociado a la integridad y funcionalidad de aceras (VS-AC-IT1)	
DESARROLLADO POR	Universidad Técnica Federico Santa María	
INDICADOR	UNIDAD	FRECUENCIA DE MEDIDA
Índice de condición de aceras	50 metros	Mensual
NORMATIVA DE REFERENCIA		
-		
EQUIPO DE MEDICIÓN		
Regla normalizada.		
Inspección visual.		
METODOLOGÍA DE MEDICIÓN Y CONSIDERACIONES		
<p>Se debe verificar el cumplimiento de las siguientes exigencias:</p> <p>E1: El escalonamiento no debe superar los 20 mm en cualquier dirección de la vereda o pasillo.</p> <p>E2: La pérdida de material o saltadura no debe ser mayor a 25 cm² por paño o losa.</p> <p>E3: El ancho máximo de grietas no debe superar los 6 mm.</p> <p>E4: El ancho máximo de juntas no debe superar los 20 mm.</p> <p>E5: No debe haber más de dos trozos por paño o losa.</p> <p>E6: No deben haber soleras sueltas, faltantes, quebradas o con algún grado de deterioro en su estructura.</p> <p>E7: Las barreras de segregación no deben estar chocadas, ni abatidas. No deben presentar corrosión, falta de pintura o deterioro de alguno de sus elementos.</p> <p>E8: No deben haber armaduras expuestas al aire.</p> <p>E9: Las veredas deberán estar limpias y libres de vegetación y de elementos que obstruyan la circulación.</p> <p>E10: No deben existir áreas con sedimentos o charcos de agua con diámetros mayores a 30 cm.</p>		

Figura E.1. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de las aceras peatonales (Ebensperger, 2020).

Se considera dentro de la evaluación, todas las veredas del área de concesión, tanto de las vías de servicio, accesos a paraderos, pasarelas peatonales e intersecciones y cualquier elemento que se encuentre dentro del diseño.				
Periodicidad de la medición: De la exigencia E1 a E4 la periodicidad es Anual . De la exigencia E5 a E10 la periodicidad es Mensual .				
Plazo de reposición: De la exigencia E1 a E7 el plazo de reposición es 3 días . De la exigencia E8 a E10 el plazo de reposición es 24 horas .				
La unidad de constatación corresponderá a un medio hectómetro fijo (50 metros) de aceras, debiendo éste cumplir con todas las exigencias. En caso de persistir las irregularidades una vez vencidos los plazos de reposición, la sección de 50 metros de aceras es declarada en estado de incumplimiento.				
Se define el siguiente indicador de incumplimiento de exigencias de integridad y funcionalidad de aceras a continuación:				
$AC_f = \sum_{k=1}^d \sum_{j=1}^n I_{j,k}$				
Donde:				
AC _f : Número de fallas mensuales en exigencias de integridad y funcionalidad de aceras. Su unidad de medición corresponde a [50 metros-día].				
I _{j,k} : Es la variable que representa el estado de incumplimiento de la sección (50 metros) de aceras "j" en el día "k". Adopta el valor 1 si la sección analizada se encuentra en estado de incumplimiento en dicho día, en caso contrario adopta el valor 0.				
k: Es el sub índice que representa el contador de los días del mes en el cual se evalúa el indicador.				
j: Es el sub índice que representa el contador de los medios hectómetros fijos (50 metros) de aceras existentes en la concesión.				
d: Número total de días del mes en el cual se evalúa el indicador.				
n: Número total de medio hectómetros fijos de aceras presentes en la concesión.				
NIVELES DE DESEMPEÑO				
MUY BUENO	BUENO	JUSTO	MALO	MUY MALO
AC _f [50 metros-día]				
0	1	2	]2 - 4]	> 4

Figura E.2. Ficha técnica para evaluar el nivel de desempeño de funcionalidad e integridad de las aceras peatonales (Continuación) (Ebensperger, 2020).