edge impact™

Informe final – Apoyo a la implementación del Sistema de Certificación Voluntaria de GEI y Uso de Agua de la Ley Marco Cambio Climático mediante el desarrollo de herramientas e insumos técnicos para la cuantificación de la Huella de Agua organizacional y la Huella de Carbono de productos de la construcción

ID Licitación: 608897-27-LP25

Versión 2



Historial	
Elaborado para:	Ministerio del Medio Ambiente Programa HuellaChile
Eaborado por:	Edge Impact Latam
Versión 1	04/09/2026
Versión 2 (actual)	**05/10/2026**

Contenido

Contenido		**3**
1	**Contexto e informe**	**4**
1.1	Contexto y objetivos	4
1.2	Acerca de este informe	4
2	**Informe final**	**7**
2.1	Huella de agua organizacional	7
2.1.1	Desarrollo de guía metodológica	7
2.1.2	Pilotaje de herramienta de huella de agua	7
2.1.3	Ajustes en la herramienta y guía metodológica	12
2.1.4	Desarrollo de informes HuellaChile	14
2.1.5	Elaboración de prototipo visual	15
2.2	Huella de productos de la construcción	17
2.2.1	Cuantificación de emisiones de GEI de productos prioritarios	18
2.2.2	Informes de cuantificación de huella de carbono	19
2.2.3	Desarrollo de recomendaciones de reducción y gestión de huella de carbono	21
2.2.4	Guía sectorial de contabilidad de la huella de carbono	22
2.2.5	Jornadas de capacitación	22
3	**Anexos**	**27**
3.1	Huella de Agua - Retroalimentación de empresas para pilotaje	27
3.1.1	Retroalimentación Aceros AZA	27
3.1.2	Retroalimentación Viñedos Emiliana	27
3.1.3	Retroalimentación Corporación Nacional del Cobre de Chile	27
4	**Bibliografía**	**28**

1 Contexto e informe

1.1 Contexto y objetivos

La Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) establece la creación de un Sistema de Certificación Voluntaria de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y Uso del Agua con el objetivo de incentivar la participación del sector privado en la reducción de emisiones y el uso eficiente del agua. Este nuevo sistema, cuya responsabilidad recae en el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) a través del programa HuellaChile, considerará la entrega de certificados por la cuantificación, reducción, gestión y reporte de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), Forzantes Climáticos de Vida Corta (FCVC) y uso eficiente del agua.

En la actualidad, HuellaChile ofrece una plataforma de cálculo nacional, gratuita y estandarizada, alineada con normas internacionales para declarar emisiones de GEI a nivel de organizaciones, eventos, productos y comunas. Históricamente, el Programa se ha centrado en organizaciones, eventos y territorios. Sin embargo, en respuesta a las demandas del mercado y con el fin de ampliar su alcance, se ha avanzado en el cálculo de huella de carbono a nivel de productos. En este ámbito, destaca la colaboración con instituciones del sector minero, que permitió implementar una nueva sección en la plataforma de HuellaChile orientada a productos, con un enfoque inicial en el sector minero. El desafío actual es extender su aplicación al sector construcción, considerado prioritario por su alto potencial de reducción de emisiones.

En el ámbito de la gestión del agua, se requiere la implementación de un Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) específico, para el cual se han desarrollado formatos de informe para la cuantificación, reducción y gestión de la huella de agua en colaboración entre el MMA, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), Corfo y Transforma Cambio Climático. El siguiente paso consiste en diseñar una herramienta de cálculo en formato Excel basada en la ISO 14046, como insumo inicial para su futura incorporación en el sistema informático de HuellaChile, en línea con la implementación del Sistema de Certificación Voluntaria.

En este contexto, Edge Impact Latam está apoyando la implementación del Sistema de Certificación Voluntaria de GEI y Uso de Agua del Artículo 30 de la Ley Marco Cambio Climático, mediante el desarrollo de herramientas e insumos técnicos para la cuantificación de la Huella de Agua en rubros prioritarios y la Huella de Carbono en productos del rubro de la construcción.

El proyecto se llevó a cabo a través de tres etapas. La primera etapa consistió principalmente en investigación bibliográfica y levantamiento de información con el objetivo de identificar los sectores prioritarios para la gestión de agua, seleccionar los factores de caracterización y contaminantes a incluir en la cuantificación de huella de agua organizacional, priorizar los productos del sector de la construcción e identificar empresas que los fabrican para calcular su huella de carbono, y levantar los factores de emisión. La segunda etapa se enfocó en el desarrollo de la herramienta de cuantificación de huella de agua y la definición de alcance, criterios de corte y reglas de asignación para el cálculo de huella de carbono de productos de la construcción. La tercera etapa, con los productos que acompañan la entrega de este informe, se detalla en la sección a continuación.

1.2 Acerca de este informe

En el presente informe se entregan los resultados de las actividades realizadas en el contexto de la etapa 3 del proyecto, que incluye las siguientes actividades:

Huella de agua organizacional:

- Desarrollo de guía metodológica: Elaboración de una guía para el uso de la herramienta desarrollada en formato Excel para cuantificación de huella de agua a nivel organizacional.
- Pilotaje de herramienta de huella de agua: Selección de empresas, traspaso de herramienta y guía metodológica, seguimiento y apoyo en la recolección de datos, revisión de datos ingresados y aclaración de dudas, recolección de retroalimentación por parte de las empresas participantes.
- Ajustes en la herramienta y guía metodológica: Correcciones en el formato y fondo de la herramienta de cálculo de huella de agua organizacional en base a los comentarios de las empresas participantes del pilotaje y ajustes correspondientes en la guía de uso.

- Desarrollo de informes HuellaChile: Reporte de los resultados de cuantificación de huella de agua de 3 empresas en el formato de informe establecido por HuellaChile para la postulación al sello.
- Elaboración de prototipo visual: Desarrollo de prototipo visual ilustrando el recorrido del usuario para declarar los resultados de cuantificación de su huella de agua organizacional en la plataforma HuellaChile.

Huella de productos de la construcción:

- Cuantificación de emisiones de GEI de productos prioritarios: Cálculo de la huella de producto de los 10 insumos seleccionados, de acuerdo con la metodología, lineamiento y factores de emisión seleccionados en la etapa 2.
- Informes de cuantificación de huella de carbono: Traspaso de la información de cuantificación a informes tipo de huella de Producto en el formato HuellaChile para cada uno de los productos evaluados.
- Desarrollo de recomendaciones de reducción y gestión de huella de carbono: Establecer recomendaciones de gestión para la reducción de la huella de carbono de los productos evaluados en base a los puntos críticos del resultado de cuantificación y potencial de acción.
- Guía sectorial de contabilidad de la huella de carbono: Desarrollo de un documento con lineamientos para la cuantificación de la huella de carbono de productos para materiales del sector construcción.
- Jornadas de capacitación: Realización de 3 jornadas de capacitación en distintos formatos dirigida a actores de la cadena de valor del sector construcción.

Este informe se acompaña de 8 adjuntos, los cuales se detallan a continuación (documentos confidenciales):

N°	Descripción del archivo	Formato
1.	Herramienta de cálculo de huella de agua organizacional, en su versión 3.3: un archivo bloqueado (para uso de organizaciones) y un archivo desbloqueado (para la contraparte de HuellaChile)	Excel
2.	Guía metodológica de uso de la herramienta de cálculo de huella de agua, en su versión 2	Word y PDF
3.	Informe de cuantificación de huella de agua de 3 empresas (3 archivos)	PDF
4.	Prototipo visual de la interfaz del usuario en la plataforma HuellaChile para huella de agua	PowerPoint
5.	Informe de cuantificación de huella de carbono de 10 productos (10 archivos)	PDF
6.	Guía sectorial para la cuantificación de Huella de Producto	Word y PDF
7.	Capacitaciones - Compilado de las presentaciones realizadas	PowerPoint y PDF
8.	Propuesta de informe de reducción de huella de producto	Word

Las actividades descritas forman parte de un plan de acción más amplio que busca abordar de manera precisa los objetivos del proyecto, y que se muestra a continuación en la Figura 1.

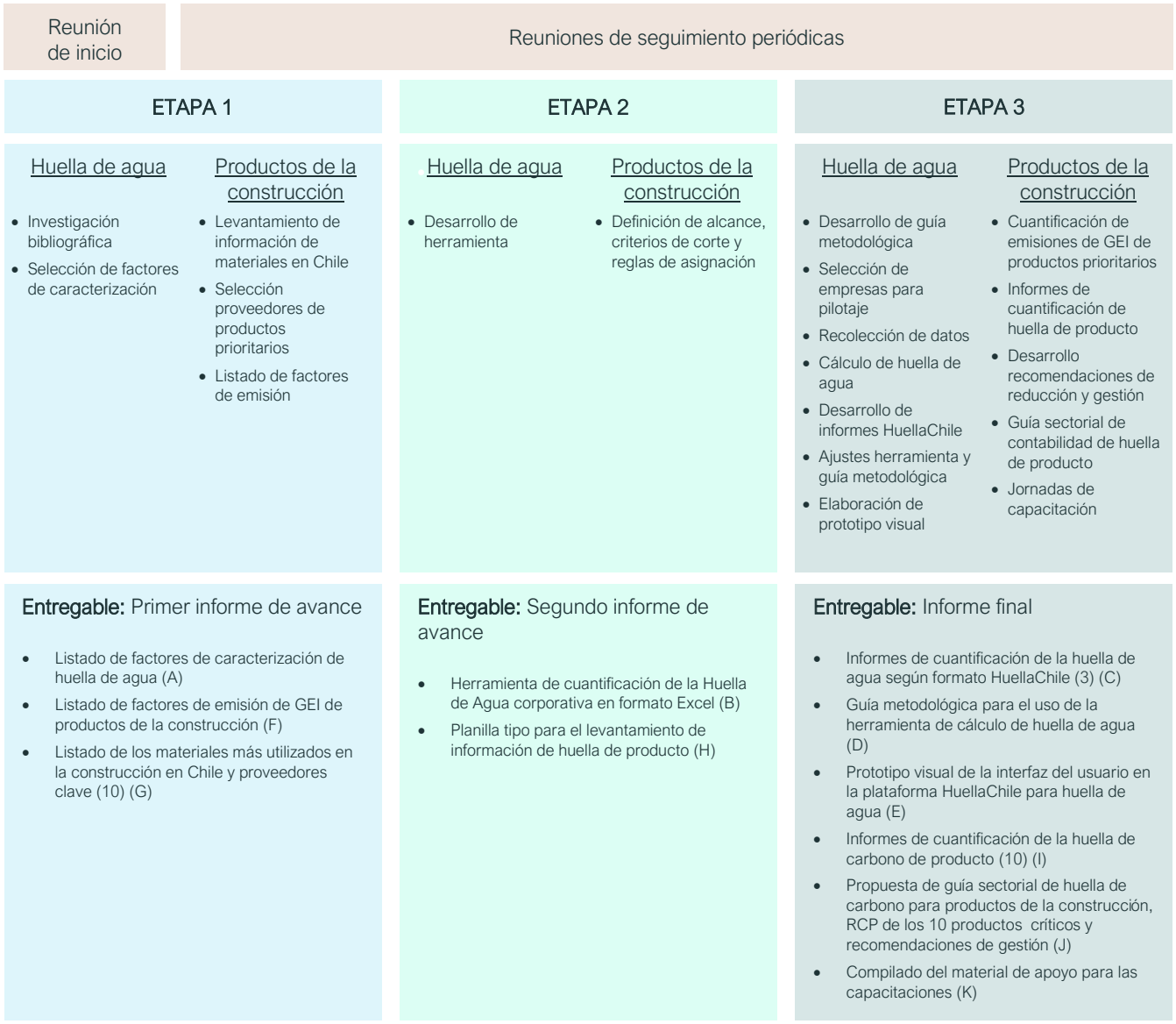


Figura 1: Relación entre etapas, actividades y entregables de la presente consultoría

2 Informe final

2.1 Huella de agua organizacional

En la tercera etapa del proyecto de apoyo a la implementación del Sistema de Certificación Voluntaria de Uso del Agua se desarrolló una guía metodológica para la herramienta de cálculo de huella de agua elaborada en la etapa anterior. Además, se realizó un pilotaje con tres empresas de sectores priorizados en la primera etapa, con el objetivo de probar la herramienta en casos prácticos reales. Posteriormente, se ajustaron tanto la herramienta como la guía a partir de la retroalimentación de las empresas, y se completaron los informes de cuantificación del programa HuellaChile para tres empresas. Finalmente, se revisó el prototipo visual de la interfaz de usuario en la plataforma HuellaChile para indicar recomendaciones. Las secciones siguientes detallan las actividades realizadas, junto con los hallazgos y consideraciones relevantes para la implementación del Sistema.

2.1.1 Desarrollo de guía metodológica

En esta etapa se elaboró la primera versión de la guía metodológica de la Herramienta de Cálculo Huella de Agua, como documento de apoyo para acompañar a las organizaciones en el uso correcto de la herramienta durante el pilotaje. La guía se estructuró para entregar al usuario de la herramienta toda la información necesaria para entender su estructura general, completar los datos requeridos sin generar errores de cálculos, entender los resultados y responder posibles dudas.

Para eso, se incorporaron 7 secciones:

- Introducción y propósito de la herramienta;
- Glosario de términos técnicos y abreviaturas propias de la huella de agua;
- Estructura general de la herramienta, incluyendo la convención de colores usada para distinguir celdas editables de celdas de fórmula o instrucción;
- Instrucciones de uso detalladas hoja por hoja, identificando explícitamente qué celdas deben completarse y qué tipo de información corresponde reportar en cada una, incluyendo aspectos relevantes a tomar en cuenta y vínculos a recursos adicionales;
- Orientaciones para interpretar los resultados;
- Paso a paso para agregar factores de caracterización faltantes;
- Resolución de preguntas frecuentes y posibles problemas técnicos.

Esta primera versión fue la que se puso a disposición de las empresas participantes para el desarrollo del pilotaje.

2.1.2 Pilotaje de herramienta de huella de agua

Esta etapa fue clave para cumplir con el objetivo específico del proyecto de implementar y validar la herramienta de cálculo de huella de agua mediante casos piloto, seleccionando, en conjunto con la contraparte del MMA, organizaciones de distintos rubros con prioridad en aquellas alineadas con los planes sectoriales de mitigación y adaptación al cambio climático. Las etapas desarrolladas en el pilotaje se resumen en la Figura 2, detallando cada etapa en las secciones a continuación:



Figura 2: Diagrama del proceso realizado en el pilotaje del componente agua.

2.1.2.1 Selección de empresas

La selección de empresas para el pilotaje se realizó en conjunto con la contraparte del Ministerio de Medio Ambiente, en base al cumplimiento de alguno(s) de los criterios que se enlistan a continuación:

- Una organización por sector identificado como prioritario para la gestión de huella de agua en Chile, según las conclusiones de la primera etapa del proyecto basadas en la investigación bibliográfica.
- Organizaciones adheridas a HuellaChile (si aplica).
- Idealmente, organizaciones que hayan mostrado interés en el APL Certificado Azul u otro programa de medición de huella de agua.
- Una organización certificada Empresa B, dado el trabajo conjunto del programa HuellaChile con Sistema B.
- Una organización con experiencia en medición de huella de agua de producto o corporativa.
- Una organización sin experiencia en medición de huella de agua de producto o corporativa.

En la primera etapa del proyecto, a través de investigación bibliográfica y en coordinación con la contraparte del Ministerio de Medio Ambiente, se identificaron tres sectores prioritarios para la gestión de huella de agua en Chile: vitivinicultura, minería y acería.

En cada uno de estos sectores, se identificó a varias empresas conocidas por la consultora y por el Ministerio de Medio Ambiente con posible interés en participar en el pilotaje. Para la selección de la empresa del sector minero, se incorporó además en la decisión la Corporación Alta Ley. A partir de los criterios mencionados previamente, se seleccionaron las empresas detalladas en la Tabla 1. En conformidad con lo establecido por el Ministerio de Medio Ambiente, se solicitó a cada empresa seleccionar una sola instalación dentro de su organización para la cuantificación de su huella de agua.

Tabla 1: Organizaciones seleccionadas para el pilotaje

Sector	Empresa	Criterios de selección que cumple cada empresa
Vitivinicultura	Viñedos Emiliana	• Adherida a HuellaChile • Empresa B • Sin experiencia en medición de huella de agua corporativa o de producto
Minería	Codelco	Adherida a HuellaChile • Experiencia en medición de huella de agua corporativa y de producto • Priorización por la Corporación Alta Ley

Acería	Aceros AZA	• Adherida a HuellaChile • Experiencia en medición de huella de agua corporativa

2.1.2.2 Traspaso de herramienta y guía

La herramienta de cálculo desarrollada en la segunda etapa del proyecto fue entregada a cada una de las empresas participantes en una reunión con la(s) persona(s) encargadas de recolectar la información. En esta instancia se presentó la estructura de la herramienta y de la guía metodológica, sin entrar en el detalle de su funcionamiento para probar su carácter intuitivo al momento de usarla para cuantificar la huella de agua de la organización.

2.1.2.3 Apoyo en la recolección y revisión de datos

Durante la fase de recolección de datos se brindó un apoyo puntual a las organizaciones en caso de existir dudas que impidieran la cuantificación correcta de su huella de agua. Esto se realizó mediante correo electrónico y/o reuniones online, según la necesidad de cada empresa.

Las calculadoras entregadas por cada organización fueron revisadas para aclarar posibles dudas sobre los datos ingresados, solicitar información faltante y validar supuestos para la cuantificación de huella de agua. En esta etapa, se identificó preliminarmente la dificultad para las empresas de obtener y completar la herramienta con factores de caracterización adicionales, no disponibles por defecto.

2.1.2.4 Retroalimentación de empresas

Posteriormente a la recolección de información, se solicitó a las organizaciones participantes su retroalimentación en cuanto al uso de la herramienta de cálculo y la guía metodológica. Para lo anterior, se desarrolló una pauta de evaluación incluyendo aspectos como claridad y comprensión, pertinencia de la información, funcionalidad y compatibilidad entre ambos documentos. La Tabla 2 y Tabla 3 a continuación entregan un resumen de los comentarios recibidos por las 3 organizaciones sobre el uso de la herramienta de cálculo y la guía metodológica, respectivamente. Las respuestas de cada empresa se entregan además en Anexo 3.1 de este informe.

Las notas entregadas van de 1 a 5, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo”.

Tabla 2: Síntesis de retroalimentación sobre el uso de la herramienta de cálculo

Afirmación/Pregunta	Nota promedio	Síntesis de comentarios
Claridad y comprensión		
Los resultados se presentan de forma comprensible	2,5	Consideran comprensibles los resultados y destaca la buena distinción entre huella directa e indirecta, aunque advierte que alguien sin conocimientos previos podría no entenderlos con la misma facilidad; No logran interpretar la magnitud de los indicadores expresados en notación científica; Sugieren automatizar la unidad funcional según la industria.
Existe coherencia con la información proporcionada en la Guía metodológica	3,5	Las tres organizaciones coinciden en que existe coherencia entre la herramienta y la guía, aunque una empresa debió hacer consultas adicionales no cubiertas por esta última, relacionadas con el caso específico de organizaciones agrícolas, como el reporte de la evapotranspiración, las cuales generaron cambios en la herramienta para permitir el ingreso de datos mensuales.
Pertinencia y disponibilidad de la información		
El formato incluye todos los indicadores y datos relevantes para su empresa	2,5	Las tres identifican brechas de información: procesos de valorización, insumos y parámetros de calidad no cubiertos por la herramienta, falta de campos para pesticidas, energías renovables, residuos peligrosos e insumos enológicos, y ausencia de indicadores relevantes para la minería.

Los campos existentes son necesarios y pertinentes	4,0	Los campos se consideran en general pertinentes, aunque no siempre intuitivos; señalan que no se refleja bien la evaporación ni la complejidad real de los procesos.
Su empresa tiene acceso a la información requerida	4,5	comentan: si bien tiene acceso a la información, la planilla no cubre todos los productos que se desprenden de su línea de producción.
Compatibilidad e integración		
Los resultados obtenidos son comparables con otras metodologías de Huella Hídrica utilizadas por su organización. De ser efectivo, por favor, comente cuales. Si no utiliza otras metodologías, indique No aplica en comentarios.	2,0	ve inputs similares a su metodología interna, valora la separación entre tipos de impacto y propone incorporar sus propios factores; no utiliza otras metodologías; reporta diferencias de magnitud al comparar con una consultoría externa (WSP).
La herramienta facilita la integración con otros sistemas de reporte (GRI, CDP, etc.)	3,5	Sin comentarios de las organizaciones; las calificaciones numéricas van de 3 a 4.
Evita duplicidad de esfuerzos respecto a otros instrumentos utilizados.	3,0	ven como una herramienta complementaria, dado que la minería aún no está cerca de reportar huella hídrica directa ni indirecta a nivel internacional.
Funcionalidad		
La herramienta es intuitiva y fácil de navegar	3,0	Dos empresas poseen evaluación general coinciden en que la herramienta es intuitiva, pero tercera discrepa y señala que faltan insumos relevantes para su proceso productivo.
El formato tiene flujo lógico y coherente al momento de completarlo	4,0	reporta dificultad para ingresar el consumo y para hacer calzar entradas y salidas, lo que resta fluidez al completar el formato; confirma que el flujo es correcto pero no muy intuitivo.
Los campos son fáciles de completar (formato claro, unidades definidas, ayudas suficientes)	3,0	Solo una empresa comenta problemas técnicos: el combobox no desplegaba en Excel de escritorio y el scroll no funcionaba en la versión online, lo cual fue revisado y probado en la versión actualizada de la herramienta para garantizar el funcionamiento tanto en la aplicación de escritorio como online.
El tiempo para completarlo es razonable según su experiencia	3,5	señala que se requieren definiciones previas (por ejemplo, si el producto es cobre equivalente o si se deben separar los flujos por planilla), lo que afecta el tiempo de completado.
Los cálculos automáticos son confiables	3,5	no tiene certeza sobre la confiabilidad de los cálculos automáticos.
El formato minimiza errores de ingreso de datos	4,5	coinciden en que el formato minimiza errores, aunque matiza que esto aplica mejor a industrias más básicas, con menos subprocesos y productos.
Otros		
¿Cómo evalúan la utilidad de la herramienta para la toma de decisiones internas relacionadas con la gestión hídrica?	2,5	valora la herramienta, pero señala que, al tener muchos indicadores (directos e indirectos), se requeriría capacitación adicional para priorizar; recién iniciando la medición, destaca que entrega información útil para comparar entre operaciones, especialmente en huella directa.
¿Considera que los resultados son accionables (permiten definir medidas concretas)?	3,5	Las organizaciones consideran limitada la accionabilidad: una empresa responde que no, y explica que en minería la ley del mineral disminuye naturalmente con el tiempo, empeorando la huella, aunque la eficiencia por tonelada se mantenga, por lo que solo sirve como indicador en ciertos procesos.

¿Qué mejoras específicas propondría para facilitar el uso de la herramienta?	2,5	propone incorporar cálculos auxiliares adicionales para cuantificar la evapotranspiración de cultivos; solicita incluir los insumos relevantes para la producción de cobre y sus subproductos.
¿Qué información adicional sería necesaria para mejorar la aplicabilidad del instrumento en su organización?	4,0	pide un diagrama de flujo y un ranking de procesos; solicita priorización de impactos para definir estrategias; repite la necesidad de incorporar insumos propios de la producción de cobre.
¿Tienen algún comentario adicional sobre el diseño, contenido o usabilidad del formato?	4,5	no tiene observaciones adicionales, ya que conocía previamente este tipo de planillas de huella.
¿Qué aspectos le generaron mayor dificultad y por qué?	2,0	la mayor dificultad fue incorporar los insumos, tanto por los problemas técnicos de la planilla mencionados anteriormente como por la disponibilidad de los insumos necesarios.
¿Qué elementos destacaría como especialmente útiles o bien logrados?	3,5	destaca la automatización de los cálculos; reconoce que está bien lograda para usuarios con experiencia, aunque considera que tanto el manual como la planilla son densos.
¿Usaría esta herramienta en su organización? ¿Por qué?	3,0	usaría la herramienta a futuro, una vez avance en etapas previas de gestión hídrica; la usaría, pero destinando una persona dedicada o un consultor externo para consolidar la información.

Tabla 3: Síntesis de retroalimentación sobre el uso de la guía metodológica

Afirmación/Pregunta	Nota promedio	Síntesis de comentarios
Claridad y comprensión		
El formato y contenido es claro y fácil de entender	3,5	el documento es muy extenso, lo que dificulta usarlo de forma intuitiva sin tener que volver atrás a releer información.
El lenguaje utilizado es adecuado para el perfil de usuario (no excesivamente técnico o complejo)	4,5	coinciden en que el lenguaje se adapta bien a distintos perfiles de usuario.
Las instrucciones son lo suficientemente detalladas para evitar ambigüedades	3,5	consideran las instrucciones adecuadas, sugiere precisar cuándo corresponde completar cierta información.
Los ejemplos incluidos facilitan la comprensión del proceso	4,0	Sin comentarios de las organizaciones;
Pertinencia		
La información entregada es pertinente	4,0	Sin comentarios adicionales;
La información entregada es suficiente para aplicar la herramienta	2,5	Sin comentarios de las organizaciones; las calificaciones numéricas van de 2 a 3.
El nivel de detalle entregado es adecuado	4,0	Sin comentarios de las organizaciones; ambas calificaciones numéricas son 4.
Funcionalidad		

Es fácil encontrar la información necesaria dentro de la guía	3,5	coinciden en que es fácil encontrar información, aunque menciona que recurrió a una IA para facilitar la búsqueda.
El formato tiene flujo lógico y coherente	4,0	coinciden en que el formato tiene un flujo lógico y coherente.
La guía permite utilizar la herramienta de manera autónoma	2,5	confirma que la guía permite usar la herramienta de manera autónoma; pero advierte que tanto la guía como la herramienta son muy densas.
La guía permite avanzar sin necesidad de volver constantemente atrás	3,0	señala que sí permite avanzar sin retroceder constantemente,
La extensión y exhaustividad de la guía es razonable (ni excesiva ni insuficiente) según su experiencia	2,5	la extensión de la guía es excesiva.
Otros		
¿Qué cambios recomendarían para que la guía se ajuste mejor a sus necesidades?		propone abordar mejor los límites en los casos agrícolas y aclarar qué elementos se consideran en cada pestaña; pide una guía más corta y directa.
¿Tienen algún comentario adicional sobre el diseño, contenido o usabilidad de la guía?		Sin comentarios de ninguna organización.
¿Hubo algún aspecto que encontraron particularmente útil o destacable?		Sin comentarios de ninguna organización.

2.1.3 Ajustes en la herramienta y guía metodológica

Como consecuencia del pilotaje realizado con casos prácticos de empresas de distintos rubros, y considerando los comentarios recibidos por parte de las organizaciones, se identificaron los ajustes a realizar en la herramienta para adaptarla a las distintas realidades de las empresas, facilitar el ingreso de datos de entrada, consumo y salida de agua y presentar resultados en coherencia con la información solicitada en el informe de cuantificación.

En la Tabla 4 se muestra un resumen de los cambios realizados en la herramienta junto con el motivo del cambio o problemática que busca solucionar.

Tabla 4: Síntesis de ajustes en la herramienta de cuantificación de huella de agua posterior al pilotaje

N°	Hoja/Funcionalidad afectada	Cambio realizado	Motivo del cambio o aspecto que busca solucionar
1	Todas las hojas de ingreso de datos y resultados (Entradas, Uso, Descargas, Calidad, Energía, Insumos, Residuos, Factores, CONSOLIDADO, HUELLA INDIRECTA, HUELLA TOTAL, HUELLA DIRECTA)	Se agregaron dos nuevos indicadores de impacto: "Impacto del consumo de agua en la calidad de ecosistemas terrestres" (Pfister et al., 2009) y "Impacto de la acidificación de agua dulce en la calidad de ecosistemas" (Impact World+).	Homogeneizar las categorías de impacto evaluadas en el Sistema de Certificación Voluntaria de Uso del Agua de HuellaChile y del APL Certificado Azul. Además, completar la herramienta con el impacto de punto final en los ecosistemas debido a la acidificación de agua dulce que faltaba en la primera versión.

2	Hojas de resultados (HUELLA INDIRECTA y HUELLA TOTAL)	Se agregó un símbolo que señala con un asterisco cuando el cálculo de un indicador tiene cobertura parcial de datos (detecta valores "s/i"), con una nota al pie que explica su significado.	Entregar información más detallada, evitando subvalorar los resultados de la empresa y generar una imagen errónea de la empresa en cuanto a gestión de sus impactos.
3	Todas las hojas de ingreso de datos (Entradas, Uso, Descargas, Calidad, Energía, Insumos, Residuos)	Se incorporó un título y un párrafo explicativo al inicio de la hoja.	Entregar instrucciones básicas para el llenado de la herramienta sin tener que recurrir necesariamente a la guía.
4	Info. General	Se agregó la sección "Categorías de impacto evaluadas" con el listado de indicadores de impacto mínimos a cuantificar (indicador, unidad, método de cálculo y alcance).	Alinear la información disponible en la herramienta con la que se solicita en el informe HuellaChile.
5	Balance Agua	**Nueva hoja**. Se incorporó esta hoja que presenta el balance hídrico del establecimiento, identificando claramente los pools de extracción, uso, consumo y descarga de agua según el tipo o fuente, alimentada automáticamente por las hojas Entradas, Uso, PTAR y Descargas.	Responder al requerimiento de las empresas participantes del pilotaje de contar con un balance detallado de las fuentes de extracción y lugares de uso, consumo y descarga a nivel organizacional.
6	Entradas	La hoja "Entradas", que en v2.0 combinaba extracción y uso del agua, ahora registra solo la extracción por fuente. Los campos de uso/equipo, incorporación en producto, evaporación y evapotranspiración se trasladaron a la nueva hoja "Uso".	Responder al requerimiento de las empresas participantes del pilotaje de separar las fuentes de extracción de los lugares de uso, ya que no siempre existe trazabilidad para vincular una fuente con sus distintos usos.
7	Uso	**Nueva hoja**. Se incorporó esta hoja, dedicada a registrar el destino y tipo de uso/consumo del agua extraída (proceso/equipo, tipo de uso, tipo de consumo, incorporación en producto, evaporación, evapotranspiración, transferencia a otra cuenca), independientemente de las fuentes de extracción.	Responder al requerimiento de las empresas participantes del pilotaje de separar las fuentes de extracción de los lugares de uso, ya que no siempre existe trazabilidad para vincular una fuente con sus distintos usos.
8	PTAR	**Nueva hoja**. Se incorporó esta hoja, dedicada a las plantas de tratamiento de aguas residuales (afluente, lodos generados, evaporación en tratamiento).	Cuantificar el consumo de agua específico que puede existir en estas instalaciones.
9	Calidad	Se reestructuró el formato para que aparezcan solamente la cantidad de tablas necesarias en base a las descargas informadas. Además, se dejó visible el destino del agua descargada para cada Proceso/Equipo que descarga.	Simplificar la información para el usuario.
10	Uso de Fertilizantes	Se agregó el seguimiento de nitrógeno: nuevas columnas "Tipo fertilizante", "Contenido de Nitrógeno (%)" y "Nitrógeno total (kg)" (antes solo se registraba fósforo).	Cuantificar el impacto de las emisiones de nitrógeno al aire en la acidificación de agua dulce.

11	HUELLA DIRECTA	Se agregó la fuente "Otras fuentes" en el desglose de extracción de agua, y un desglose de los 3 procesos más relevantes en la extracción y consumo de agua, con el mismo formato que los indicadores de punto medio y punto final.	Responder al requerimiento de las empresas participantes del pilotaje de identificar los puntos críticos en la extracción y consumo de agua.
12	HUELLA INDIRECTA	Se agregó una tabla "Balance hídrico" con el desglose de los 3 procesos más relevantes en la extracción y consumo de agua, con el mismo formato que los indicadores de punto medio y punto final.	Responder al requerimiento de las empresas participantes del pilotaje de identificar los puntos críticos en la extracción y consumo de agua.
13	Factores	Se incluyó el método utilizado junto a la unidad en el encabezado de cada indicador (por ejemplo, "m3-eq (Boulay et al. 2017)").	Entregar información completa en cuanto a los métodos de cálculo aplicados y evitando confusiones en caso de usar otros métodos.

Algunas observaciones tanto de la contraparte del MMA como de las empresas participantes del pilotaje fueron revisadas y conversadas internamente y con la contraparte técnica del proyecto, pero finalmente fueron descartadas por la dificultad de implementarlas sin complejizar la herramienta. Por ejemplo, la posibilidad de ingresar varias unidades funcionales y de agregar más categorías de impacto y contaminantes (calidad).

Se destaca, además, que, pese a los ajustes realizados, la cobertura de medición posible con la herramienta sigue siendo limitada si la empresa no incorpora factores de caracterización adicionales, dada la escasa disponibilidad de factores de acceso público.

Tras el pilotaje, y en paralelo a los ajustes técnicos incorporados en la herramienta de cálculo (detallados en la Tabla 4), el equipo consultor actualizó la guía metodológica para reflejar la versión final de la herramienta. En particular:

- Se incorporaron las instrucciones de uso de las hojas nuevas (Balance agua, Uso, PTAR y Descargas), surgidas de la separación de la antigua hoja Entradas (que combinaba extracción y uso del agua) y de la hoja Salidas en funcionalidades específicas.
- Se ajustaron las instrucciones de las hojas que fueron modificadas, como Entradas, Calidad, Uso de Fertilizantes e Info. General, para reflejar los nuevos indicadores de impacto, columnas y campos incorporados en cada una.
- Se sumaron indicaciones adicionales para responder a comentarios levantados por las empresas participantes del pilotaje y a dudas planteadas por la contraparte del MMA, como la interpretación de resultados negativos en los residuos, cómo tratar el tratamiento de aguas residuales en plantas propias, recomendaciones para seleccionar la unidad funcional cuando la organización cuenta con más de un producto, entre otros.

2.1.4 Desarrollo de informes HuellaChile

Con el objetivo de validar el formato de informe de cuantificación desarrollado por HuellaChile, el equipo consultor completó tres informes con datos reales de organizaciones. Dos de ellos se elaboraron a partir de la información de empresas que participaron en el pilotaje de la herramienta (Aceros AZA y Viñedos Emiliana). La tercera empresa participante entregó su retroalimentación, pero, por confidencialidad de sus datos, no compartió la herramienta completada (Codelco). En su reemplazo, el tercer informe se llenó con los datos de una organización cuya huella de agua organizacional había sido cuantificada en un proyecto anterior del equipo consultor, mediante otra calculadora (Salmones Austral).

Este último caso permitió poner a prueba el formato frente a una cuantificación de origen distinto:

- Incluyó indicadores no contemplados en el formato de informe, entre ellos indicadores de impacto sobre agua de mar.
- Algunas categorías de impacto coincidieron con las del informe, pero fueron cuantificadas con otros métodos y expresadas en unidades distintas.

- La huella de agua no fue de una sola instalación, sino que, de la organización completa, incluyendo varias instalaciones y procesos.

Como primera conclusión de este ejercicio se puede destacar que el formato de informe es compatible tanto con huellas cuantificadas mediante la herramienta desarrollada en el marco de esta consultoría como con huellas medidas con otras calculadoras, lo que respalda su aplicabilidad general dentro del sistema de certificación.

En términos generales, completar los informes no presentó mayor complejidad técnica. Se trató de un ejercicio extenso, dada la longitud del informe, pero sin dificultades relevantes. El aspecto más laborioso fue el traspaso de los factores de caracterización al formato requerido, considerando la gran variedad de factores directos e indirectos, con distintos métodos y unidades asociadas. Asimismo, se observó que parte de la información solicitada se repite en distintas secciones del informe. Ambos aspectos deberían resolverse con el formato de la plataforma HuellaChile, que permitirá adjuntar archivos Excel con los factores y optimizará la solicitud de información, de modo que el usuario no deba ingresar más de una vez el mismo dato. Finalmente, durante el llenado de los informes se realizaron ajustes en los nombres de las categorías de impacto, métodos y unidades, que habían sido modificados en la herramienta posteriormente al desarrollo del formato de informe.

Los tres informes de cuantificación se adjuntan al presente informe en formato PDF.

2.1.5 Elaboración de prototipo visual

La última actividad del componente de Huella de Agua organizacional se enfocó en desarrollar una maqueta que represente la interfaz y recorrido de una organización al ingresar los resultados de su huella de agua en la plataforma de HuellaChile, a través de la Ventanilla Única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (VU-RETC), para postular al reconocimiento de cuantificación del programa.

A partir de los lineamientos entregados por HuellaChile, el equipo consultor plasmó en un archivo PowerPoint el recorrido completo del usuario en la declaración de los resultados de su huella de agua organizacional y la carga de documentos adicionales asociados como el archivo de cálculo y los factores de caracterización.

Se identificaron una serie de puntos de atención a considerar en el futuro desarrollo de la plataforma, con el fin de resguardar su coherencia con la herramienta de cuantificación y el formato de informe desarrollados en el marco de esta consultoría. Estos puntos se agrupan en las siguientes temáticas:

- Flexibilidad del periodo de reporte: el campo de año debe permitir seleccionar periodos distintos al año calendario (por ejemplo, año financiero o agrícola), o bien incluir una ayuda contextual que indique qué año calendario seleccionar en esos casos.
- Consistencia de unidades y métodos: se debe asegurar que las unidades solicitadas en la plataforma coincidan con el método de cálculo utilizado en la herramienta y el informe (por ejemplo, CTUe y CTUh para ecotoxicidad y toxicidad humana, respectivamente), y que la información de emisión de contaminantes se solicite en la misma forma en que se reporta en el informe (en valor absoluto).
- Orden y presentación de los indicadores: se recomienda mostrar los indicadores de punto medio y punto final en el mismo orden que la herramienta y el informe (ecotoxicidad, eutrofización y acidificación), y definir claramente los indicadores para el desarrollador como la extracción de agua dulce o el desglose de fuentes de agua en el resumen de inventario de huella directa.
- Huella de agua indirecta: las tablas deben especificar claramente los indicadores requeridos y el formato de reporte, en valor absoluto o por intensidad. Si se quisiera solicitar las cantidades además de los impactos, se recomienda dejar la opción de ingresar los valores absolutos, considerando que la herramienta entrega el total anual y no el valor por unidad funcional, dejando editable la unidad.
- Usabilidad y automatización: para facilitar la experiencia del usuario es importante mantener un formato homogéneo de los campos editables, automatizar el traspaso de los indicadores adicionales agregados por el usuario en las tablas posteriores así como resultados repetidos bajo distintos formatos (por ejemplo, balance de agua y tabla de resultados de inventario), identificar con asterisco los campos obligatorios y revisar la pertinencia de algunas opciones de adición y eliminación de elementos. En términos generales, evitar solicitar varias veces la misma información, de modo que el usuario ingrese datos una sola vez, reduciendo la carga de trabajo y el riesgo de inconsistencias.
- Visualización de resultados: incorporar vistas que presenten el balance de agua completo, con el desglose de extracción por fuente, uso por proceso, consumo en uso, descarga por destino, consumo en descarga,

plantas de tratamiento propias y reutilización, siguiendo el formato de la hoja "Balance Agua" de la herramienta, respondiendo una solicitud explícita recibida en la etapa de pilotaje.

El prototipo visual completo se entrega como anexo de este informe, en formato PowerPoint con algunas notas complementarias debajo de las diapositivas. La maqueta propuesta y aspectos relevantes levantados quedan a disposición de la contraparte de HuellaChile para su incorporación en el desarrollo de la plataforma.

2.2 Huella de productos de la construcción

La etapa 3 asociada a la huella de carbono de productos de este proyecto, se llevó a cabo a través de las distintas actividades indicadas a continuación, cada una de ellas especificadas en detalle más adelante:

- Selección y convocatoria de empresas: la selección de empresas, según lo detallado en el Informe 2 del presente proyecto, se realizó a partir de un barrido de participación de mercado por materialidad seleccionada, utilizando fuentes públicas (CMF, Anuario Forestal, Instituto Chileno del Acero, Instituto del Cemento y del Hormigón, Cámara Chilena de la Construcción, entre otras) y recomendaciones de los organismos entrevistados. Dada la baja tasa de respuesta para algunos insumos, la convocatoria se amplió a otro tipo de productos. Como resultado, no fue posible incorporar empresas de los rubros aluminio, albañilería ni vidrio en este pilotaje. En total, participaron de la cuantificación 9 empresas distintas, representando 10 productos
- Traspaso de la planilla de recolección de datos: A cada empresa se le entregó la planilla tipo en Excel desarrollada a partir de los lineamientos metodológicos definidos en la etapa 2.
- Cuantificación de la huella de producto y elaboración de informes: con la información reportada por cada empresa, se cuantificó la huella de carbono de los productos priorizados, cubriendo los módulos obligatorios exigidos por el programa (A1-A2 (aguas arriba) y A3 (proceso)) y módulos adicionales.
- Resultados pilotaje: como resultado, cada empresa recibió tres productos: (i) un archivo de cálculo con los datos de actividad reportados, los cálculos por etapa, un benchmark con productos similares, los factores de emisión utilizados con su fuente, y una pestaña de respaldos, supuestos y limitaciones; (ii) un informe de cuantificación de huella de producto en el formato oficial HuellaChile, alimentado directamente por el archivo de cálculo; y (iii) un futuro reconocimiento por participación el que será otorgado por el programa HuellaChile. Adicionalmente, en la jornada de cierre del proyecto se revisó junto a todas las empresas la estructura del archivo de cálculo.
- Desarrollo de la guía sectorial de contabilidad de huella de producto: en paralelo a la cuantificación, y a partir de la recopilación y sistematización de experiencias nacionales e internacionales, se elaboró la guía sectorial de contabilidad de huella de producto para la construcción, incorporando los lineamientos metodológicos definidos (unidad declarada, módulos del ciclo de vida recomendados a incluir, criterios de corte, reglas de asignación y calidad de datos) junto con recomendaciones de reducción y gestión para las empresas del rubro.
- Jornadas de capacitación: como parte del fortalecimiento de capacidades del sector, se realizaron jornadas de capacitación cuyo contenido fue acordado con la contraparte técnica del proyecto. Se desarrolló una sesión presencial y una sesión online, abordando el enfoque de ciclo de vida, la diferencia entre huella organizacional y huella de producto, los módulos del ciclo de vida para productos de construcción y edificaciones propiamente tal (según la norma EN 15804) y uso de la Plataforma HuellaChile (sólo en la jornada presencial). Adicionalmente se realizó una jornada de cierre con las empresas participantes del pilotaje de cuantificación.

Estas actividades se resumen en siguiente diagrama:



Figura 3: Actividades desarrolladas en la etapa 3 del proyecto

2.2.1 Cuantificación de emisiones de GEI de productos prioritarios

La tabla a continuación detalla las empresas que participaron del pilotaje y para las cuales se cuantificó la huella de carbono de producto.

Tabla 5: Empresas participantes del pilotaje de huella de producto

Razón social	RUT	Producto en estudio
Aislapol S.A.	76.412.645-9	Plancha Plumavit
Aceros AZA S.A.	92.176.000-0	Barra de refuerzo
Bitumix S.A.	84.060.600-7	Mezcla asfáltica en caliente (HMA)
Idea Technologies SpA	76.400.868-5	Pintura alto tráfico Groen
RIO VERDE SpA	76.928.931-3	Tabla plástica (4 cm x 9 cm x 2,50 mts)
Empresas CMPC S.A.	90.222.000-3	Plywood Selex
DE VICENTE PLASTICOS S.A. (DVP S.A)	89.689.900-7	Siding PVC americano blanco
Cemento Polpaico S.A.	91.337.000-7	Cemento P400 y Hormigón GB25.0(10)20/12
Aislantes Volcan S.A.	96.848.750-7	Aislanglass rollo libre

La figura a continuación presenta los pasos para realizar la cuantificación de emisiones para los 10 materiales de construcción seleccionados. A modo de resumen, las etapas principales son 3:

- Levantamiento de información: se elaboró un Excel de recolección de información alineado a las definiciones de alcance, objetivos, etc. de las etapas de investigación previas. Este archivo se revisó pestaña por pestaña con cada una de las empresas del pilotaje en una reunión. Tras la reunión se les envió la herramienta para su llenado. Durante todo el proceso de levantamiento se atendieron sus dudas.
- Revisión de información: una vez recibida la información, ésta fue revisada para evaluar la completitud, los números en detalle, principalmente que fuesen lógicos de acuerdo a cómo iba a ser reportada la información (planta/proceso o directamente por producto). También se revisaron los respaldos, por ejemplo, las empresas que indicaron uso de electricidad renovable, se revisaron los certificados de dicha información.

- Elaboración de herramienta de cálculo y cálculo de huella: a partir del mismo Excel de recolección de información, se elaboró una herramienta que permitiese realizar los cálculos, ordenarlos por tipo de insumo (energía, materias primas, residuos, etc.), módulo, realizar los cálculos en valor absolutos y por unidad declarada, elaborar gráficos de contribución, un benchmark con productos similares, entre otros. Se agregaron además pestañas con los factores de emisión y sus fuentes, el grado de incertidumbre de estos y de la información obtenida y los respaldos correspondientes, para facilitar una eventual verificación en caso de que las empresas participantes del pilotaje deseasen realizarla.

La Figura 4Figura 5 muestra un ejemplo del proceso descrito anteriormente para el cálculo y la Figura 5 un ejemplo de la herramienta de cálculo desarrollada.

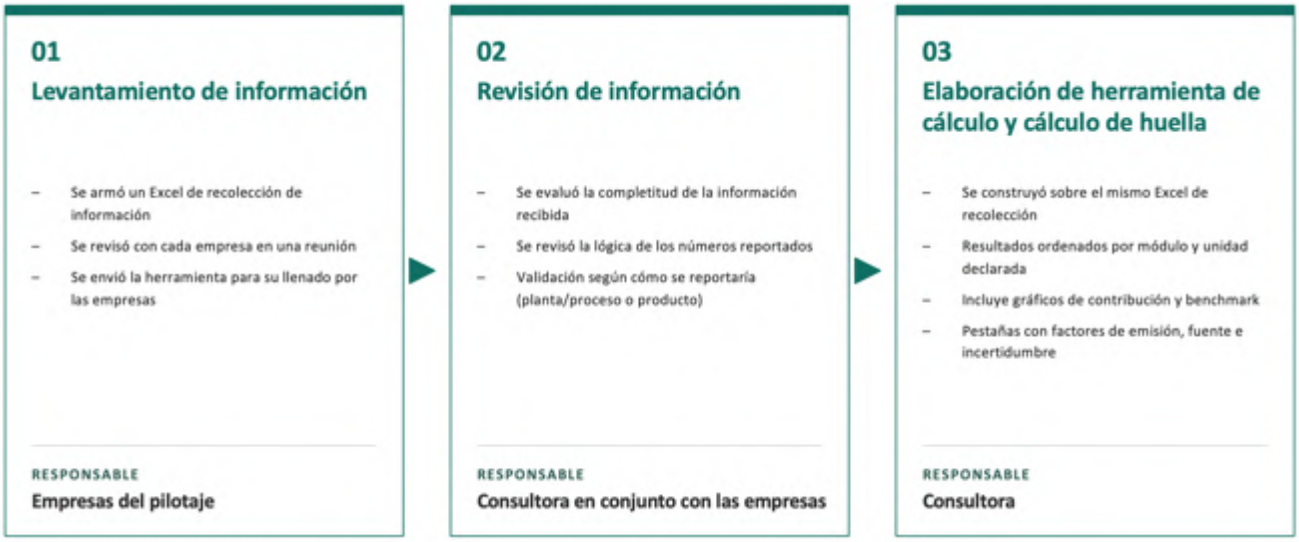


Figura 4: Diagrama de proceso de cuantificación de emisiones de GEI

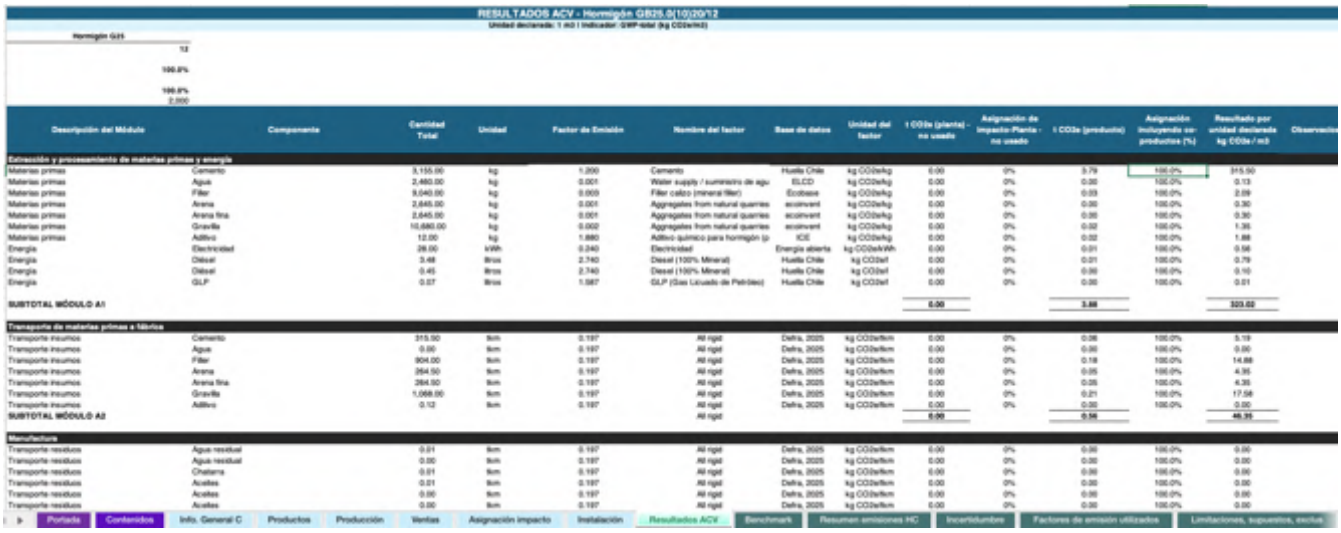


Figura 5: Pantallazo de herramienta de cálculo de ejemplo

2.2.2 Informes de cuantificación de huella de carbono

Cada resultado de la cuantificación fue plasmado en los informes tipo de huella de producto del programa HuellaChile. Las secciones completadas y la información rescatada de las herramientas incluyeron:

- Sección resumen de cuantificación de emisiones (datos de la organización y emisiones del producto en estudio y emisiones de co-productos (si aplica));
- Sección 1 - Objetivo de la declaración y reporte;
- Sección 2 - Información de la organización, para lo cual se solicitó información adicional a las empresas participantes incluyendo descripción de la organización, diagrama de flujo, proceso productivo asociado al producto en estudio y localidad del sitio de producción;
- Sección 3 - Información del producto/servicio, incluye descripción, categoría, propiedades;
- Sección 4 - Metodología, define unidad declarada, período de datos de cálculo, software de contabilidad de emisiones utilizado;
- Sección 5 - Límites y exclusiones del inventario de GEI, con la especificación de gases de efecto invernadero y etapas de la cadena de valor incluidos en el inventario;
- Sección 6 - Resultados, con las emisiones de GEI por unidad declarada y su respectiva separación entre emisiones fósiles y biogénicas;
- Sección 7 - Conclusiones, con el resultado de emisiones y principales fuentes de emisión.
- Sección 8 - Referencias;
- Sección 9 - Anexos (9.3, 9.4 - factores de emisión, 9.5 - limitaciones, exclusiones y supuestos, 9.6 - Reportabilidad ERNC, 9.7 - datos por actividad, 9.8 - Emisiones GEI de productos intermedios y co-productos, 9.9 - Distribución de emisiones GEI y asignaciones consideradas (si aplica), 9.10 - Incertidumbre del Inventario de emisiones GEI.

En total se desarrollaron 10 informes de cuantificación. Un ejemplo de informe entregado a una empresa se presenta en la Figura 6.

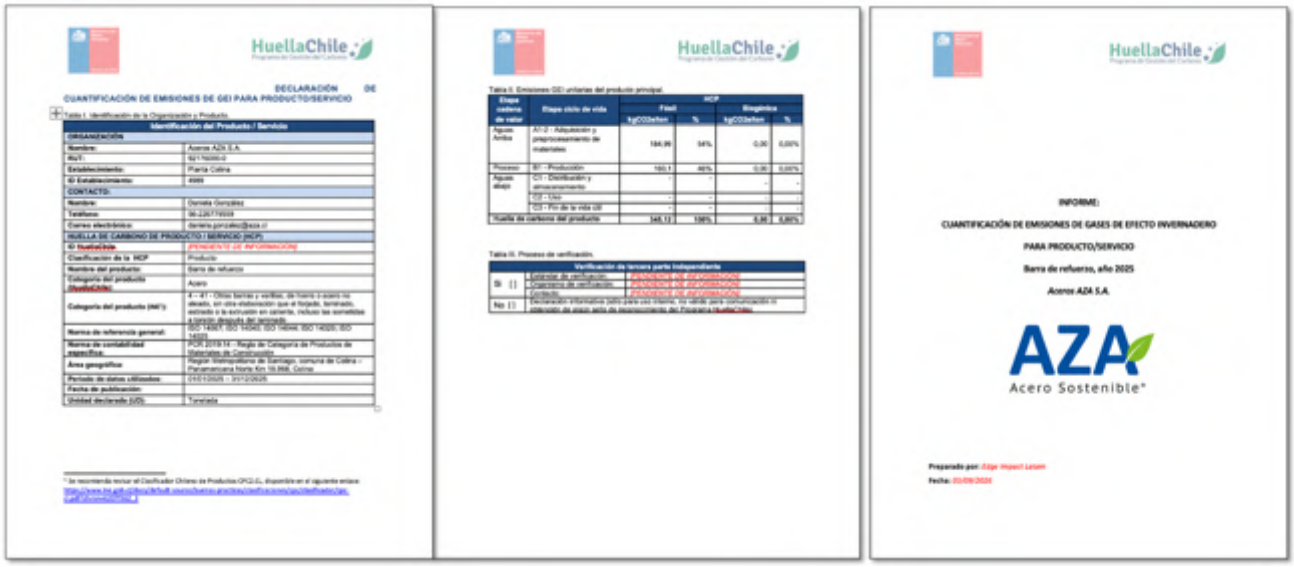


Figura 6: Ejemplo de informe prellenado entregado a la empresa AZA

Recomendaciones de mejora:

A partir del ejercicio de cuantificación y traspaso de la información a los reportes formato HuellaChile, se sugiere implementar las siguientes mejoras a la estructura del informe:

- Nomenclatura de módulos: La nomenclatura utilizada para identificar los módulos presenta diferencias respecto de la nomenclatura empleada en estándares internacionales de análisis de ciclo de vida, lo que puede generar confusión o interpretaciones erróneas por parte de usuarios familiarizados con dichas referencias. Se recomienda, en caso de mantener una nomenclatura propia, evitar el uso de letras y códigos que ya poseen un significado establecido en estos esquemas o, en su defecto, establecer una homologación clara con las referencias internacionales aplicables.

- **Definición del límite "cuna a puerta":** Se señala que el límite del estudio corresponde a "cuna a puerta"; sin embargo, la estructura de las tablas contempla etapas aguas abajo (C1-C3), aun cuando estas se presentan como "No Aplica" o "Excluidas", lo que puede generar confusión respecto del alcance declarado. Asimismo, se indica que, cuando el producto o servicio termina en la puerta del cliente o en un sitio de almacenamiento, las emisiones asociadas deben incorporarse en la etapa de producción. Esta indicación resulta ambigua considerando que el formato contempla una etapa específica de "Distribución y almacenamiento" (C1), por lo que se recomienda aclarar qué fuentes de emisión corresponden a cada etapa.
- **Homologación entre Huella de Carbono de Producto e inventarios organizacionales:** La estructura de llenado busca establecer una homologación entre la Huella de Carbono de Producto (HCP) y la huella de carbono organizacional. Sin embargo, ambas metodologías presentan diferencias en sus límites, criterios de consolidación, unidades de análisis y reglas de asignación, por lo que una equivalencia directa puede resultar confusa y no necesariamente representar de manera adecuada las emisiones de la organización.
- **Inconsistencia en la desagregación de etapas**: Las tablas presentan "Adquisición y preprocesamiento de materiales" como una única etapa agregada (A1-2), mientras que en la sección de conclusiones ambas actividades se presentan de manera independiente como "Adquisición de materiales" y "Preprocesamiento de materiales". Esta diferencia dificulta asociar los resultados obtenidos con las conclusiones reportadas. Se recomienda mantener un mismo nivel de agregación y nomenclatura para estas etapas a lo largo del documento
- **Falta de definición de "preprocesamiento":** La metodología no establece con suficiente claridad qué actividades deben ser clasificadas como preprocesamiento de materiales, lo que puede generar diferencias de interpretación entre organizaciones y afectar la comparabilidad de los resultados. Se recomienda establecer una definición clara de lo que se debe incluir como preprocesamiento.
- **Uso fijo de factores de caracterización AR5:** El informe establece de manera fija el uso de los Potenciales de Calentamiento Global (PCG) del IPCC AR5 a 100 años. Considerando que las referencias metodológicas y bases de datos pueden utilizar distintas versiones de los PCG y que estas pueden actualizarse en el tiempo, se recomienda establecer una sección o apartado en "factores de emisión utilizados" para declarar la versión del método utilizado.

2.2.3 Desarrollo de recomendaciones de reducción y gestión de huella de carbono

A partir del inventario de ciclo de vida, se revisaron las fuentes de emisión asociadas a las etapas A1 – A3 y se identificaron oportunidades de gestión y reducción aplicables a los insumos, procesos y consumos involucrados en la fabricación del producto. Las medidas presentadas en la Tabla 6 deben ser evaluadas por las organizaciones en función de su alcance y viabilidad técnica.

Tabla 6: Acciones de gestión y reducción de emisiones para las etapas A1–A3.

CONFIDENCIAL

Adicionalmente, conforme a lo indicado en la propuesta, se identificaron algunos aspectos clave que debiese contener el informe de reducción específico para productos en el marco del programa HuellaChile, los cuales se detallan a continuación:

- **Objetivo, alcance y antecedentes de la declaración:** producto o servicio declarado, unidad declarada, año base y año de reducción, etapas del ciclo de vida cubiertas (A1-A3, huella de carbono de producto parcial de la cuna a la puerta) y público previsto, junto a la identificación de la organización, el sitio de producción, el proceso productivo y el volumen de producción de ambos años.
- **Consistencia metodológica con el valor base:** uso de idéntica unidad declarada, límites del sistema, criterios de corte, potencial de calentamiento global (AR5 IPCC 100 años) y software de cuantificación, en conformidad con la NCh-ISO 14067:2019 y el Estándar de Contabilidad y Reporte del Ciclo de Vida de Productos del GHG Protocol.
- **Valor de la huella en el año base y en el año de reducción, por etapa del ciclo de vida:** emisiones unitarias (kgCO2e/UD) desagregadas por etapa de la cadena de valor y del ciclo de vida para ambos años (el valor

base extraído de la Declaración de Cuantificación de Huella de Carbono de Producto vigente ante el Programa HuellaChile) y su comparación etapa por etapa, indicando la reducción en kgCO2e/UD y en porcentaje.

- **Descripción y contribución de las acciones de reducción implementadas:** nombre y descripción de cada acción, fecha de implementación, etapa del ciclo de vida en que ocurre (A1-A2 adquisición y preprocesamiento de materiales, B1 producción, distribución y almacenamiento), fuente de emisión intervenida, GEI reducidos y valor base frente al valor del año de reducción de esa fuente, con la reducción absoluta y porcentual.
- **Aseguramiento de la reducción declarada y vínculo con la huella organizacional:** identificación de fuentes, sumideros y reservorios de GEI afectados para descartar desplazamientos de emisiones hacia otras etapas o hacia terceros, entidad verificadora y nivel de aseguramiento alcanzado (limitado o razonable) cuando aplique, declaración de responsabilidad sobre el contenido, y traducción de la reducción unitaria a la disminución de emisiones de la organización (tCO2e/año).
- **Anexos de respaldo:** glosario, factores de emisión utilizados en ambos años con su origen, período de los datos e incertidumbre asociada, ficha de detalle por cada acción de reducción y referencias normativas.

2.2.4 Guía sectorial de contabilidad de la huella de carbono

Se elaboró una guía sectorial que sirva de apoyo metodológico para las empresas del sector de la construcción al momento de querer hacer el cálculo de la huella de carbono de sus productos.

Dentro de la información disponible en la guía se incluye:

- Contexto de la relevancia de la huella de carbono en el sector construcción
- Normas y metodologías relevantes para el sector
- Descripción del enfoque de ciclo de vida y Análisis de Ciclo de Vida
- Etapas del ciclo de vida para un producto de construcción
- Reglas de contabilización de emisiones según el tipo de producto
- Cómo se calculan las emisiones
- Fuentes de factores de emisión
- Buenas prácticas para un inventario de calidad
- Fichas y diagramas con un resumen de la información relevante para los tipos de material más relevantes en el país
- Ejemplos de cálculo
- Ejemplo de carga de datos en Plataforma HuellaChile
- Preguntas frecuentas
- Recomendaciones generales de reducción y gestión de la huella de carbono

Es importante mencionar que el foco de la guía son los principales materiales de construcción utilizados en Chile (acero, hormigón, acero, entre otros); sin embargo, los lineamientos del documento también son generales a cualquier otro material.

La guía completa se adjunta al presente informe en formato PDF.

2.2.5 Jornadas de capacitación

De acuerdo con lo definido previamente en conjunto con la contraparte, se realizaron 3 jornadas de capacitación a distintos actores del sector. La tabla a continuación resume el formato, duración, público objetivo y temas tratados en cada una de estas instancias.

Tabla 7: Resumen de las jornadas de capacitación

Jornada	Formato	Duración	Público objetivo	Temario

Jornada 1	Online	3 horas	Abierto a actores del rubro de la construcción	• Bienvenida e introducción · Palabras del MMA y equipo Edge Impact • La huella de carbono de la construcción: contexto y desafío • Huella de producto y enfoque de ciclo de vida · ACV fases 1 y 2 • ACV fases 3 y 4: evaluación de impacto e interpretación • Marco normativo: jerarquía de normas, PCR y c-PCR • Ciclo de vida: etapas A, B, C y D y límites del sistema • EPD y HuellaChile: qué exige cada uno • Ejemplo de cálculo en la plataforma HuellaChile • Preguntas y comentarios finales · Cierre
Jornada 2	Online	1,5 horas	Abierto a actores del rubro de la construcción	• Bienvenida e introducción · Palabras del MMA - Edge • La huella de carbono de la construcción: contexto y desafío • Huella de producto paso a paso • Marco normativo: jerarquía de normas, PCR y c-PCR • Ciclo de vida: etapas A, B, C y D y límites del sistema • EPD y HuellaChile: qué exige cada uno • Preguntas y comentarios finales · Cierre
Jornada 3	Online	1 hora	Empresas participantes del pilotaje	• Introducción • El proyecto y sus etapas • Análisis de ciclo de vida y huella de producto • Productos del pilotaje • Revisión estructura de archivos

Las 3 jornadas contaron con una cantidad importante de participantes, especialmente la jornada 2 que permitía una mayor flexibilidad en el total de personas que podían participar. Específicamente en la instancia presencial se generó una convocatoria de 35 personas, mientras que la instancia online tuvo un peak de 125 personas. En la jornada 3 se contó con la presencia de al menos 1 representante por empresa participante del pilotaje. En la Figura 7 a continuación, se muestra un ejemplo de contenidos presentados durante la jornada online.



Figura 7: Ejemplo de contenidos de la jornada de capacitación online

Las presentaciones realizadas se envían como adjuntos a este informe de finalización. A continuación, se presenta un registro fotográfico de estas instancias.

Ilustración 1: Fotografías Taller Presencial







Ilustración 2: Pantallazos Sesión Online





3 Anexos

3.1 Huella de Agua - Retroalimentación de empresas para pilotaje

Se entregan en las tablas a continuación, la retroalimentación completa de cada organización recopilada en la etapa de pilotaje de la herramienta de cálculo de huella de agua. Para el caso de Aza los comentarios fueron recogidos en una reunión online, por lo que mantienen un carácter cualitativo. Emiliana y Codelco por su lado entregaron sus respuestas cuantitativas y cualitativas en la pauta de evaluación proporcionada por el equipo consultor.

Las notas entregadas van de 1 a 5, donde 1 corresponde a “Totalmente en desacuerdo” y 5 a “Totalmente de acuerdo”.

3.1.1 Retroalimentación Aceros AZA

Tabla 8: Retroalimentación de Aceros AZA sobre el uso de la herramienta de cálculo

CONFIDENCIAL

Tabla 9: Retroalimentación de Aceros AZA sobre el uso de la guía metodológica

CONFIDENCIAL

3.1.2 Retroalimentación Viñedos Emiliana

Tabla 10: Retroalimentación de Viñedos Emiliana sobre el uso de la herramienta de cálculo

CONFIDENCIAL

Tabla 11: Retroalimentación de Viñedos Emiliana sobre el uso de la guía metodológica

CONFIDENCIAL

3.1.3 Retroalimentación Corporación Nacional del Cobre de Chile

Tabla 12: Retroalimentación de Corporación Nacional del Cobre de Chile sobre el uso de la herramienta de cálculo

CONFIDENCIAL

Tabla 1314: Retroalimentación de Corporación Nacional del Cobre de Chile sobre el uso de la guía metodológica

CONFIDENCIAL

4 Bibliografía

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, Herramienta medición agua total, Herramienta para el cálculo de huella de agua directa e indirecta, descrita en la guía técnica Huella total. Recuperado de https://certificadoazul.cl/certificado-azul/#section-284-9

Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, Listado de indicadores, Documento de apoyo APL CA para la medición de huella de agua (Anexo 1 del APLCA). Recuperado de https://certificadoazul.cl/certificado-azul/#section-284-9

Decreto Supremo N°90/2000, Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, Marzo 7, 2001, Diario Oficial [D.O.] (Chile). https://bcn.cl/2k71i

Decreto Supremo N°46/2002, Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas, Enero 17, 2003, Diario Oficial [D.O.] (Chile). https://bcn.cl/3ln3w

EN 16908:2017 + A1 2022 Cement and Building Lime - Environmental Product Declarations - Product Category Rules Complementary to EN 15804.

EN 16485:2014 Round and Sawn Timber - Environmental Product Declarations - Product Category Rules for Wood and Wood-based Products for Use in Construction.

EN 16757:2017 Sustainability of Construction Works - Environmental Product Declarations - Product Category Rules for Concrete and Concrete Elements.

EN 16783:2017 Thermal Insulation Products - Product Category Rules (PCR) for Factory-made and In-situ Formed Products for Preparing Environmental Product Declarations.

ISO 14067:2013. Gases de efecto invernadero - Huella de carbono de los productos - Requisitos y directrices para la cuantificación. Organización Internacional de Normalización (ISO), Ginebra, Suiza.

ISO 14040:2006 / ISO 14044:2006. Gestión ambiental - Análisis de ciclo de vida - Principios y marco / Requisitos y directrices. Organización Internacional de Normalización (ISO), Ginebra, Suiza.

ISO 14020:2023. Etiquetas y declaraciones ambientales - Principios generales. Organización Internacional de Normalización (ISO), Ginebra, Suiza.

ISO 14024:1999. Etiquetas y declaraciones ambientales - Etiquetado ambiental Tipo I - Principios y procedimientos. Organización Internacional de Normalización (ISO), Ginebra, Suiza.

ISO 14025:2006. Etiquetas y declaraciones ambientales - Declaraciones ambientales Tipo III - Principios y procedimientos. Organización Internacional de Normalización (ISO), Ginebra, Suiza.

Programa HuellaChile, Ministerio del Medio Ambiente. Curso Huella de Carbono de Producto y Servicio (HCP) para Proveedores de la Minería: Guía del curso y lineamientos técnicos para el Monitoreo, Reporte y Verificación de la Huella de Carbono de Producto, Versión 1.0.