



DOCUMENTO METODOLÓGICO

Gestión sostenible y conservación del recurso hídrico

BWS0003

**Recarga Gestionada de Acuíferos y Sistemas de
Regulación Hídrica**

BIOCARBON CERT[©]

VERSIÓN 1.0 | 28 DE AGOSTO DE 2026

© 2026 BIOCARBON CERT®. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este documento podrá ser reproducida, distribuida, publicada, transmitida, modificada, adaptada o utilizada de cualquier otra forma, total o parcialmente, sin la autorización previa y expresa por escrito de BioCarbon Cert, salvo cuando dicho uso esté expresamente permitido por la legislación aplicable. Este documento deberá utilizarse de conformidad con los requisitos aplicables del BioCarbon Water Standard y demás documentos pertinentes de BioCarbon Cert.

BIOCARBON CERT®. 2026. *Recarga Gestionada de Acuíferos y Sistemas de Regulación Hídrica*. BWS0003. Versión 1.0. 28 de agosto de 2026. 83 p.

Tabla de contenido

1	Introducción.....	7
2	Objetivos.....	9
3	Versión.....	10
4	Alcance.....	10
4.1	Alcance técnico.....	11
4.2	Límites del alcance.....	11
4.3	Relación con otras metodologías.....	12
4.4	Escala de aplicación.....	12
5	Supuestos y limitaciones de la metodología.....	13
5.1	Supuestos generales de aplicación.....	13
5.2	Limitaciones de aplicabilidad.....	14
5.3	Limitaciones de cuantificación.....	15
5.4	Permanencia del beneficio y enfoque conservador.....	16
6	Términos y definiciones.....	17
7	Condiciones de aplicabilidad.....	22
7.1	Contexto hídrico e hidrogeológico.....	22
7.2	Sistema hidrológico o hidrogeológico definido.....	23
7.3	Fuente de agua disponible para recarga o regulación.....	23
7.4	Existencia de un sistema de recarga o regulación hídrica identificable.....	24
7.5	Conexión hidrológica o hidrogeológica demostrable.....	25
7.6	Compatibilidad ambiental e hidrogeológica.....	25
8	Actividades elegibles.....	26
8.1	Implementación de nuevos sistemas de recarga gestionada o regulación hídrica.....	27
8.2	Rehabilitación, recuperación u optimización de sistemas existentes.....	28
8.3	Sistemas tradicionales de gestión del agua.....	29
8.4	Soluciones basadas en la naturaleza e intervenciones híbridas.....	29
8.5	Actividades complementarias elegibles.....	30

8.6	Actividades no cubiertas por esta metodología.....	31
9	Escenario de línea base y adicionalidad.....	31
9.1	Identificación del escenario de línea base.....	32
9.2	Levantamiento de línea base y periodo de referencia.....	32
9.3	Línea base según el tipo de intervención	34
9.3.1	Nuevos sistemas.....	34
9.3.2	Rehabilitación, recuperación u optimización de sistemas existentes.....	34
9.3.3	Sistemas tradicionales de gestión del agua	35
9.4	Demostración de adicionalidad	36
9.5	Confirmación de adicionalidad.....	37
10	Cuantificación de beneficios volumétricos de agua	37
10.1	Principio general de cuantificación	38
10.2	Selección de la métrica de beneficio hídrico.....	38
10.3	Enfoques para la cuantificación.....	39
10.3.1	Cuantificación mediante medición directa	40
10.3.2	Cuantificación mediante balance hídrico del sistema	42
10.3.3	Cuantificación mediante modelación hidrológica o hidrogeológica	43
10.3.4	Cuantificación mediante evidencia hidrogeológica verificable	45
10.4	Ajuste por variabilidad climática	46
10.5	Determinación del beneficio hídrico adicional.....	47
10.6	Deducciones para determinar el beneficio hídrico neto	48
10.7	Conversión a Créditos de Agua Verificados	48
10.8	Prevención de doble contabilización.....	49
10.9	Requisitos de trazabilidad de la cuantificación	49
11	Protección de acuíferos y calidad del agua	50
11.1	Evaluación de riesgos de calidad del agua.....	50
11.2	Compatibilidad con el sistema receptor.....	51
11.3	Monitoreo de calidad del agua	52
11.4	Relación con beneficios de mejora de calidad del agua	52
12	Permanencia del beneficio hídrico y ajustes de desempeño	52
12.1	Demostración de permanencia del beneficio hídrico	53
12.2	Plan de operación y mantenimiento.....	54

12.3	Fallas, deterioros o interrupciones.....	55
12.4	Eventos climáticos extremos.....	55
12.5	Ajustes posteriores a la emisión	56
12.6	Documentación.....	56
13	Fugas, efectos aguas abajo y ajuste por impactos indirectos	57
13.1	Diferencia entre pérdidas del sistema y fugas.....	57
13.2	Identificación de fuentes potenciales de fuga.....	58
13.3	Límite espacial para la evaluación de fugas.....	59
13.4	Evaluación de materialidad	59
13.5	Cuantificación y deducción de fugas.....	60
13.6	Medidas de prevención y mitigación de fugas	61
13.7	Monitoreo y reevaluación de fugas.....	62
13.8	Condiciones no permisibles	62
14	Gestión de la incertidumbre	63
14.1	Fuentes de incertidumbre	64
14.2	Evaluación de la incertidumbre.....	65
14.3	Cuantificación y deducción por incertidumbre	66
14.4	Enfoque conservador y tratamiento de datos.....	66
14.5	Documentación y actualización de la incertidumbre.....	67
15	Monitoreo de las actividades del proyecto	68
15.1	Plan de monitoreo.....	69
15.2	Variables de monitoreo	70
15.3	Puntos, frecuencia y métodos de monitoreo.....	71
15.4	Monitoreo de sistemas tradicionales de gestión del agua.....	72
15.5	Reporte de monitoreo y registros	73
16	Gestión documental, control de calidad y aseguramiento de la información	74
16.1	Sistema de gestión documental.....	74
16.2	Información técnica mínima.....	76
16.3	Información geoespacial.....	77

16.4	<i>Control de calidad de datos, cálculos y modelos.....</i>	<i>77</i>
16.5	<i>Trazabilidad, control de versiones y respaldo</i>	<i>79</i>
16.6	<i>Competencia del personal y revisión interna</i>	<i>79</i>
16.7	<i>Confidencialidad y disponibilidad para evaluación de conformidad.....</i>	<i>80</i>
17	Referencias	81

1 Introducción

El agua dulce constituye uno de los recursos más importantes para el bienestar humano, el funcionamiento de los ecosistemas y el desarrollo económico. Sin embargo, en numerosas regiones del mundo la disponibilidad de agua se encuentra sometida a una presión creciente como resultado de la variabilidad climática, el aumento de la demanda, la degradación de los ecosistemas y la sobreexplotación de las fuentes hídricas superficiales y subterráneas (Global Water Partnership, 2000).

Estas presiones se manifiestan mediante la reducción de caudales, el agotamiento progresivo de acuíferos, la pérdida de manantiales, la disminución de la capacidad de regulación hidrológica de los ecosistemas y una mayor vulnerabilidad frente a eventos de sequía. Como consecuencia, la seguridad hídrica de comunidades, sistemas productivos y ecosistemas naturales se ve cada vez más comprometida.

En este contexto, la recarga gestionada de acuíferos y los sistemas de regulación hídrica constituyen herramientas relevantes para incrementar la disponibilidad de agua, mejorar la resiliencia frente a la variabilidad climática y fortalecer la gestión sostenible de los recursos hídricos (Dillon et al., 2019).

La recarga gestionada de acuíferos comprende el conjunto de actividades destinadas a incrementar deliberadamente la infiltración, la recarga y el almacenamiento subterráneo de agua mediante la implementación de infraestructura, prácticas de manejo, soluciones basadas en la naturaleza o sistemas híbridos (Dillon et al., 2009). Estas actividades pueden contribuir a la recuperación de acuíferos, el mantenimiento de caudales base, la restauración de manantiales y la mejora de la disponibilidad de agua durante los períodos de menor precipitación.

Por su parte, los sistemas de regulación hídrica comprenden intervenciones orientadas a almacenar, retardar, redistribuir o regular temporalmente los flujos de agua dentro de una cuenca o sistema hidrológico, con el propósito de mejorar la disponibilidad del recurso, reducir pérdidas y fortalecer la resiliencia de los territorios frente a eventos extremos.

Las actividades incluidas en esta categoría abarcan una amplia diversidad de enfoques, incluyendo sistemas tradicionales de gestión del agua desarrollados por comunidades locales, estructuras de infiltración, sistemas de recarga de acuíferos, obras de

regulación de escorrentía, sistemas de dispersión de flujos, infraestructura hídrica de pequeña escala y otras intervenciones destinadas a incrementar la disponibilidad de agua mediante el fortalecimiento de los procesos hidrológicos naturales (Dillon et al., 2019).

La presente metodología tiene alcance global y podrá aplicarse en cualquier país o región geográfica. Su diseño es independiente de contextos nacionales específicos y permite la cuantificación consistente de beneficios hídricos derivados de actividades de recarga gestionada de acuíferos y regulación hídrica en distintos sistemas hidrológicos, climáticos y ecológicos (Zheng et al., 2021). La metodología es aplicable tanto a sistemas tradicionales de gestión del agua como a intervenciones modernas basadas en infraestructura, soluciones basadas en la naturaleza o enfoques híbridos.

En el marco del BioCarbon Water Standard (BWS), estas actividades pueden generar beneficios hídricos cuantificables cuando producen un incremento verificable en la disponibilidad de agua, la recarga de acuíferos o la regulación de los flujos hidrológicos en comparación con un escenario de línea base (BioCarbon Cert, 2026).

La presente metodología establece los lineamientos técnicos para la cuantificación, monitoreo y reporte de los beneficios volumétricos de agua derivados de actividades de recarga gestionada de acuíferos y sistemas de regulación hídrica (Reig et al., 2019).

La metodología permite cuantificar el beneficio hídrico neto atribuible a las actividades implementadas por el proyecto mediante la aplicación de enfoques de medición directa, balance hídrico, modelación hidrológica o evidencia hidrogeológica verificable, según corresponda a las características de cada intervención.

Los resultados se expresan en metros cúbicos de agua por año ($\text{m}^3/\text{año}$) y constituyen la base para la cuantificación de los beneficios hídricos netos bajo el BioCarbon Water Standard.

De esta manera, la metodología busca facilitar la implementación de proyectos que contribuyan a la seguridad hídrica, la adaptación al cambio climático, la gestión sostenible de acuíferos y la conservación de los procesos hidrológicos que sustentan el bienestar humano y la integridad de los ecosistemas.

2 Objetivos

El objetivo de esta metodología es establecer los lineamientos técnicos para la cuantificación, monitoreo y reporte de los beneficios volumétricos de agua derivados de actividades de recarga gestionada de acuíferos y sistemas de regulación hídrica, en el marco del BioCarbon Water Standard.

En particular, esta metodología establece:

- (a) los criterios para la identificación y caracterización de las actividades de recarga gestionada de acuíferos y regulación hídrica implementadas dentro de los límites del proyecto;
- (b) las condiciones de elegibilidad y aplicabilidad para sistemas de recarga gestionada de acuíferos, sistemas de regulación hídrica, infraestructura de infiltración, soluciones basadas en la naturaleza, sistemas tradicionales de gestión del agua y otras intervenciones orientadas a incrementar la disponibilidad de agua;
- (c) los procedimientos para el establecimiento de la línea base, incluyendo la caracterización hidrológica, hidrogeológica, climática y ambiental de las áreas de proyecto;
- (d) los requisitos para la recopilación y utilización de datos de monitoreo, modelación hidrológica, balance hídrico y evidencia hidrogeológica necesarios para la cuantificación de los beneficios hídricos;
- (e) los procedimientos para cuantificar los beneficios volumétricos de agua asociados a actividades de recarga gestionada de acuíferos y regulación hídrica, expresados en metros cúbicos de agua por año ($\text{m}^3/\text{año}$);
- (f) los enfoques de cuantificación aplicables a diferentes tipos de sistemas y condiciones de información, incluyendo medición directa, balance hídrico, modelación hidrológica y evidencia hidrogeológica verificable;
- (g) los requisitos para la determinación del beneficio hídrico neto atribuible al proyecto, considerando línea base, fugas, incertidumbre y otros ajustes aplicables establecidos por el BioCarbon Water Standard;

- (h) los lineamientos para el monitoreo, reporte y gestión de la información utilizada para demostrar los beneficios hídricos generados por el proyecto; y
- (i) los requisitos para la cuantificación de los beneficios hídricos netos que podrán ser reconocidos bajo el BioCarbon Water Standard.

3 Versión

Este documento corresponde a la Versión 1.0 de la metodología BWS0003 – Recarga Gestionada de Acuíferos y Sistemas de Regulación Hídrica, emitida por BioCarbon Cert el 28 de agosto de 2026.

La metodología fue sometida a consulta pública del 21 de julio al 21 de agosto de 2026, de conformidad con los procedimientos aplicables de BioCarbon Cert. Durante el periodo de consulta pública no se recibieron comentarios ni observaciones.

La Versión 1.0 constituye la primera versión aprobada de esta metodología y es aplicable a proyectos que busquen cuantificar beneficios volumétricos de agua derivados de la recarga gestionada de acuíferos y los sistemas de regulación hídrica bajo el BioCarbon Water Standard.

Los titulares de proyectos, los Organismos de Evaluación de la Conformidad y demás usuarios deberán asegurarse de aplicar la versión vigente de esta metodología publicada por BioCarbon Cert al momento del proceso correspondiente.

BioCarbon Cert podrá actualizar periódicamente esta metodología para reflejar avances científicos, desarrollos técnicos, mejoras metodológicas, cambios regulatorios o lecciones aprendidas de la implementación de proyectos y de los procesos de evaluación de la conformidad.

4 Alcance

Esta metodología establece los requisitos y procedimientos técnicos para la cuantificación, monitoreo y reporte de beneficios volumétricos de agua derivados de actividades de recarga gestionada de acuíferos y sistemas de regulación hídrica, en el marco del BioCarbon Water Standard (BioCarbon Cert, 2026).

La metodología es aplicable a proyectos que implementen, rehabiliten, recuperen, amplíen, optimicen u operen sistemas destinados a incrementar la recarga de

acuíferos, el almacenamiento subterráneo de agua o la regulación temporal de los flujos hídricos dentro de un sistema hidrológico o hidrogeológico definido.

La metodología tiene alcance global y podrá aplicarse en cualquier país o región geográfica, siempre que el proyecto cumpla las condiciones de aplicabilidad establecidas en este documento y con los requisitos aplicables del BioCarbon Water Standard.

4.1 Alcance técnico

Esta metodología cubre actividades cuyo beneficio hídrico principal esté asociado a uno o más de los siguientes resultados:

- (a) incremento de la recarga de acuíferos;
- (b) incremento del almacenamiento subterráneo de agua;
- (c) mejora de la regulación temporal de los flujos hídricos;
- (d) incremento de caudales base atribuible a procesos de recarga o regulación;
- (e) recuperación o aumento de descarga de manantiales;
- (f) mejora de la disponibilidad de agua durante periodos secos o de menor precipitación;
- (g) retardo, redistribución o liberación controlada de agua dentro de una cuenca o sistema hidrogeológico.

Los beneficios hídricos deberán expresarse en términos volumétricos, en metros cúbicos de agua por año ($\text{m}^3/\text{año}$) o en metros cúbicos durante el periodo de monitoreo correspondiente.

4.2 Límites del alcance

Esta metodología no cubre actividades cuyo beneficio principal corresponda a mejora de calidad del agua, reducción de cargas contaminantes, tratamiento de aguas residuales, remediación de cuerpos de agua superficiales, restauración funcional de lagos, ríos, embalses, lagunas, bahías o cuerpos costeros, control de eutrofización, oxigenación, biorremediación, remoción de contaminantes o manejo de sargazo.

Dichos beneficios deberán cuantificarse bajo la metodología correspondiente del BioCarbon Water Standard, cuando aplique.

Tampoco cubre actividades cuyo beneficio principal sea la captación y uso directo de agua de lluvia, la mejora de infiltración superficial del suelo o la retención hídrica en el perfil edáfico, salvo que el titular del proyecto demuestre que dichas actividades generan beneficios de recarga gestionada, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica conforme a esta metodología. La metodología tampoco será aplicable a actividades que simplemente trasladen agua entre usuarios, cuencas, subcuencas o ecosistemas sin generar un beneficio hídrico neto.

4.3 Relación con otras metodologías

Cuando un proyecto incluya actividades que puedan generar beneficios bajo más de una metodología del BioCarbon Water Standard, el titular del proyecto deberá separar claramente los límites espaciales, temporales y volumétricos de cada actividad.

Un mismo volumen de agua no podrá contabilizarse simultáneamente bajo esta metodología y bajo otra metodología del BioCarbon Water Standard.

Cuando exista superposición potencial entre beneficios de recarga, infiltración, cosecha de agua, regulación hídrica o mejora de calidad del agua, el titular del proyecto deberá aplicar un enfoque conservador y asignar cada volumen a una sola categoría metodológica.

4.4 Escala de aplicación

Esta metodología podrá aplicarse a proyectos de diferentes escalas, incluyendo intervenciones locales, comunitarias, prediales, rurales, periurbanas, urbanas, de microcuenca, subcuenca, cuenca o unidad hidrogeológica, siempre que los beneficios hídricos puedan ser delimitados, monitoreados, cuantificados y atribuidos de manera robusta a las actividades del proyecto (Zheng et al., 2021).

El titular del proyecto deberá definir límites espaciales y temporales adecuados para la cuantificación, incluyendo el área del proyecto, el área de influencia, las zonas de recarga, conducción, almacenamiento, descarga y las áreas donde puedan manifestarse beneficios o impactos asociados.

5 Supuestos y limitaciones de la metodología

La presente metodología se basa en supuestos técnicos y operativos necesarios para cuantificar beneficios volumétricos de agua derivados de actividades de recarga gestionada de acuíferos y regulación hídrica.

Estos supuestos deberán ser evaluados, documentados y justificados por el titular del proyecto de acuerdo con las características del sistema hidrológico o hidrogeológico intervenido, la escala del proyecto, la disponibilidad de información y el enfoque de cuantificación aplicado.

Cuando un supuesto no pueda demostrarse con evidencia suficiente, el titular del proyecto deberá aplicar un enfoque conservador, limitar el volumen considerado para la cuantificación o excluir el componente afectado del cálculo de beneficios hídricos.

5.1 Supuestos generales de aplicación

La aplicación de esta metodología parte de los siguientes supuestos:

- (a) existe una relación hidrológica o hidrogeológica razonable entre las actividades implementadas y el beneficio hídrico esperado;
- (b) el sistema intervenido puede ser delimitado espacial y temporalmente de manera suficiente para permitir la cuantificación de beneficios hídricos;
- (c) los beneficios hídricos generados por el proyecto pueden expresarse en términos volumétricos, en metros cúbicos (m^3);
- (d) el escenario de línea base representa razonablemente las condiciones que habrían ocurrido en ausencia del proyecto;
- (e) el escenario con proyecto representa los cambios atribuibles a las actividades implementadas;
- (f) las variables utilizadas para la cuantificación son medibles, estimables o verificables mediante métodos técnicamente justificados;
- (g) los datos utilizados son representativos del área del proyecto, del área de influencia y del periodo de monitoreo correspondiente;

- (h) las deducciones por pérdidas, fugas, incertidumbre y otros ajustes conservadores permiten evitar la sobreestimación de los beneficios hídricos netos.

La metodología reconoce que no todo volumen de agua captado, conducido, retenido o infiltrado contribuye necesariamente a recarga efectiva, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica cuantificable. Por tanto, cuando corresponda, el titular del proyecto deberá distinguir entre volumen captado, volumen conducido, volumen infiltrado, volumen efectivamente recargado, volumen regulado, volumen liberado como flujo retardado y pérdidas o salidas no elegibles.

La metodología también reconoce que los beneficios hídricos pueden manifestarse con desfase temporal (NRMMC, EPHC & NHMRC, 2009). En consecuencia, el titular del proyecto deberá considerar el tiempo de tránsito cuando sea relevante y no deberá contabilizar beneficios antes de que exista evidencia suficiente de que el volumen ha contribuido efectivamente a la recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica, salvo que se aplique un enfoque conservador debidamente justificado.

5.2 Limitaciones de aplicabilidad

Esta metodología no será aplicable cuando:

- (a) no exista una conexión hidrológica o hidrogeológica razonable entre la intervención y el beneficio hídrico esperado;
- (b) el beneficio principal corresponda a mejora de calidad del agua, tratamiento de aguas residuales, remediación, restauración funcional de cuerpos de agua superficiales o reducción de cargas contaminantes;
- (c) el beneficio principal corresponda únicamente a captación y uso directo de agua de lluvia sin recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica asociada;
- (d) la actividad corresponda únicamente a mejoramiento de infiltración superficial o retención de agua en el suelo sin demostrar recarga gestionada, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica;
- (e) el proyecto genere traslado de agua entre usuarios, subcuencas, acuíferos o ecosistemas sin beneficio hídrico neto;

- (f) el proyecto comprometa caudales ecológicos, derechos existentes de uso del agua o disponibilidad hídrica de usuarios aguas abajo;
- (g) el proyecto genere riesgos significativos no mitigados de contaminación o deterioro de acuíferos, suelos, cuerpos de agua o ecosistemas;
- (h) los beneficios hídricos no puedan ser cuantificados, monitoreados o verificados de manera robusta y conservadora.

La metodología no cuantifica beneficios asociados a mejora de calidad del agua. Cualquier mejora de calidad podrá reportarse como cobeneficio, pero no deberá utilizarse para incrementar el volumen de beneficios hídricos cuantificados bajo esta metodología.

5.3 Limitaciones de cuantificación

La cuantificación de beneficios hídricos bajo esta metodología puede estar limitada por:

- (a) ausencia o baja densidad de datos hidrológicos, hidrogeológicos o meteorológicos;
- (b) series históricas cortas o incompletas;
- (c) incertidumbre en la línea base;
- (d) dificultad para separar los efectos del proyecto de la variabilidad climática;
- (e) dificultad para atribuir cambios en caudal base, niveles freáticos o manantiales exclusivamente al proyecto;
- (f) heterogeneidad espacial del acuífero o sistema hidrogeológico;
- (g) incertidumbre en parámetros como rendimiento específico, transmisividad, conductividad hidráulica, porosidad efectiva o coeficiente de almacenamiento;
- (h) ausencia de piezómetros, estaciones hidrométricas o puntos de monitoreo representativos;
- (i) limitaciones de modelos hidrológicos o hidrogeológicos no calibrados localmente;

(j) incertidumbre en tiempos de tránsito o en la manifestación temporal del beneficio;

(k) dificultad para cuantificar fugas, pérdidas o efectos aguas abajo.

Cuando existan estas limitaciones, el titular del proyecto deberá aplicar supuestos conservadores, deducciones por incertidumbre, enfoques de medición alternativos o exclusión de volúmenes no demostrables.

Cuando se utilicen modelos hidrológicos o hidrogeológicos, los resultados estarán condicionados por la estructura del modelo, los datos de entrada, los parámetros utilizados, los supuestos de calibración y la representación simplificada del sistema real. Los modelos deberán calibrarse y validarse con información específica del sitio siempre que sea posible. Cuando no sea posible, el titular del proyecto deberá justificar técnicamente su uso y aplicar deducciones conservadoras por incertidumbre.

En sistemas tradicionales de gestión del agua, tales como amunas, qochas u otros sistemas equivalentes, la existencia histórica o cultural del sistema no constituye por sí misma evidencia suficiente de generación de beneficios hídricos adicionales. La cuantificación deberá basarse en la condición real del sistema antes de la intervención y en el incremento verificable generado por las actividades del proyecto.

5.4 Permanencia del beneficio y enfoque conservador

La metodología no asume que el agua recargada o regulada permanezca indefinidamente almacenada en el sistema hidrogeológico. En proyectos de recarga gestionada y regulación hídrica, el beneficio puede consistir en almacenamiento temporal, liberación retardada, sostenimiento de caudal base o disponibilidad adicional durante periodos secos.

Por tanto, la permanencia del beneficio hídrico deberá evaluarse en función de la continuidad funcional del sistema y de la existencia demostrable del beneficio durante el periodo de monitoreo correspondiente.

Cuando exista incertidumbre, ausencia de información o limitaciones técnicas que puedan conducir a la sobreestimación del beneficio hídrico, el titular del proyecto deberá aplicar supuestos conservadores.

El uso de supuestos conservadores podrá incluir:

- (a) selección de valores mínimos razonables para recarga efectiva;
- (b) selección de valores máximos razonables para pérdidas, fugas o salidas no elegibles;
- (c) uso de límites inferiores de estimación;
- (d) deducciones por incertidumbre;
- (e) exclusión de periodos o componentes con información insuficiente;
- (f) asignación del beneficio únicamente al volumen que pueda demostrarse de manera robusta;
- (g) uso del resultado más bajo cuando existan múltiples métodos técnicamente aceptables.

Todos los supuestos conservadores deberán documentarse, justificarse y aplicarse de manera consistente durante el periodo de monitoreo correspondiente.

6 Términos y definiciones

Para los fines de esta metodología se adoptan las siguientes definiciones:

Acuífero

Formación geológica o conjunto de formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir agua subterránea en cantidades suficientes para alimentar manantiales, cuerpos de agua superficiales, ecosistemas dependientes del agua subterránea o usos humanos y productivos.

Almacenamiento subterráneo

Proceso mediante el cual el agua se infiltra, percola y permanece temporalmente almacenada en el subsuelo o en un acuífero, contribuyendo a la disponibilidad hídrica, la regulación de caudales, la recuperación de manantiales o la resiliencia del sistema hidrológico.

Área de influencia

Extensión espacial donde pueden producirse o manifestarse los efectos hidrológicos o hidrogeológicos asociados a las actividades del proyecto. El área de influencia puede incluir zonas de captación, conducción, recarga, almacenamiento subterráneo, descarga, manantiales, cuerpos de agua superficiales, usuarios beneficiarios y áreas aguas abajo o aguas arriba que puedan verse afectadas por el proyecto.

Beneficio hídrico neto

Cambio neto, adicional y verificable en la disponibilidad de agua, la recarga de acuíferos, el almacenamiento subterráneo o la regulación de flujos hídricos, atribuible a las actividades del proyecto en comparación con un escenario de línea base, expresado en metros cúbicos (m³) durante un periodo de monitoreo determinado, después de aplicar las deducciones correspondientes por fugas, incertidumbre u otros ajustes conservadores aplicables.

Caudal base

Componente del caudal de un río, quebrada, manantial u otro cuerpo de agua que se mantiene durante periodos sin precipitación directa, generalmente asociado a aportes subterráneos o almacenamiento hídrico retardado dentro de la cuenca.

Descarga

Proceso mediante el cual el agua subterránea retorna a la superficie o alimenta cuerpos de agua, manantiales, humedales, ríos, quebradas u otros sistemas dependientes del flujo subterráneo.

Eficiencia de recarga

Relación entre el volumen de agua conducido o puesto a disposición del sistema de recarga y el volumen que efectivamente contribuye a la recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica, después de descontar pérdidas por evaporación, escorrentía no aprovechada, filtración no atribuible, rebose u otros factores aplicables (Dillon et al., 2009).

Evidencia hidrogeológica verificable

Información técnica, medible, documentada y trazable que permite sustentar la ocurrencia de recarga, almacenamiento subterráneo, variaciones en niveles freáticos, recuperación de manantiales, cambios en caudal base, tiempos de tránsito u otros efectos hidrogeológicos atribuibles a las actividades del proyecto.

Factor de recarga efectiva

Factor adimensional utilizado para estimar la proporción del volumen captado, conducido, retenido o infiltrado que efectivamente contribuye a la recarga de acuíferos, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica cuantificable. Este factor deberá basarse en evidencia del sitio, monitoreo, modelación, literatura técnica aplicable o supuestos conservadores debidamente justificados (Dillon et al., 2009).

Infiltración

Proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie hacia el suelo o el subsuelo. En esta metodología, la infiltración es considerada relevante cuando contribuye a la recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica del sistema.

Manantial

Punto o zona donde el agua subterránea emerge naturalmente hacia la superficie, contribuyendo a cuerpos de agua, usos humanos, actividades productivas o funciones ecosistémicas.

Modelo conceptual hidrológico o hidrogeológico

Representación simplificada del funcionamiento del sistema intervenido, que describe la fuente de agua, las rutas de captación, conducción, infiltración, recarga, almacenamiento y descarga, así como la relación entre las actividades del proyecto y los beneficios hídricos esperados.

Pérdidas del sistema

Volúmenes de agua que ingresan al sistema de recarga o regulación hídrica pero que no contribuyen al beneficio hídrico neto cuantificable, incluyendo evaporación,

rebose, escorrentía no aprovechada, filtraciones no atribuibles al sistema, pérdidas operativas u otros flujos no elegibles.

Piezómetro

Instrumento utilizado para medir el nivel del agua subterránea o la presión hidráulica en un punto determinado del subsuelo o de un acuífero. En esta metodología, los piezómetros pueden utilizarse como fuente de evidencia para evaluar cambios en el almacenamiento subterráneo o la respuesta hidrogeológica del sistema.

Recarga de acuíferos

Proceso mediante el cual el agua alcanza y aumenta el almacenamiento de un acuífero o sistema hidrogeológico, ya sea de manera natural o como resultado de actividades gestionadas.

Recarga gestionada de acuíferos

Conjunto de actividades implementadas de manera deliberada para aumentar la recarga de agua hacia acuíferos o sistemas hidrogeológicos mediante infraestructura, prácticas de manejo, soluciones basadas en la naturaleza, sistemas tradicionales o enfoques híbridos (Dillon et al., 2009). Estas actividades pueden incluir la captación, conducción, infiltración, dispersión o almacenamiento temporal de agua con el propósito de mejorar la disponibilidad hídrica o la regulación de los flujos de agua.

Regulación hídrica

Capacidad de un sistema hidrológico o hidrogeológico para almacenar, retardar, redistribuir o liberar agua en el tiempo, contribuyendo a la disponibilidad del recurso, el mantenimiento de caudales base, la reducción de la variabilidad extrema y la resiliencia de ecosistemas y comunidades.

Sistema de recarga gestionada

Conjunto de elementos naturales, artificiales o híbridos que permiten captar, conducir, infiltrar, almacenar o regular agua con el fin de aumentar la recarga de acuíferos o mejorar la disponibilidad hídrica. Puede incluir canales, zanjas, estanques de infiltración, estructuras de dissipación, cauces modificados, qochas, amunas, diques

de retención, áreas de dispersión de escorrentía, pozos de recarga u otras intervenciones equivalentes (Dillon et al., 2009).

Sistema de regulación hídrica

Conjunto de intervenciones orientadas a almacenar, retardar, redistribuir o liberar agua de manera controlada dentro de una cuenca o sistema hidrológico, con el fin de mejorar la disponibilidad temporal del recurso, sostener caudales base, alimentar manantiales o reducir la vulnerabilidad frente a periodos secos.

Sistema tradicional de gestión del agua

Sistema desarrollado, mantenido o utilizado por comunidades locales, pueblos indígenas o comunidades tradicionales para captar, conducir, infiltrar, almacenar o regular agua, con base en conocimientos, prácticas e infraestructura adaptadas al contexto ecológico, cultural e hidrológico local. Estos sistemas podrán ser elegibles bajo esta metodología cuando cumplan las condiciones de aplicabilidad, monitoreo y cuantificación establecidas en el presente documento.

Tiempo de tránsito

Periodo estimado o medido que transcurre entre el ingreso del agua al sistema de recarga o regulación hídrica y su manifestación como descarga, incremento de nivel freático, contribución a caudal base, recuperación de manantiales u otro indicador hidrológico o hidrogeológico verificable.

Volumen derivado

Volumen de agua captado o conducido desde una fuente superficial, escorrentía, canal, cauce, infraestructura u otro origen hacia un sistema de recarga o regulación hídrica durante un periodo determinado.

Volumen neto recargado o regulado

Volumen de agua que efectivamente contribuye a la recarga de acuíferos, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica atribuible al proyecto, después de descontar el escenario de línea base, pérdidas del sistema, fugas, incertidumbre y otros ajustes conservadores aplicables.

Zona de descarga

Área o punto donde el agua subterránea retorna a la superficie o contribuye al caudal de ríos, quebradas, manantiales, humedales u otros ecosistemas o usos del agua.

Zona de recarga

Área donde el agua superficial, la precipitación, la escorrentía o el agua conducida por el proyecto puede infiltrarse y contribuir a la recarga de acuíferos o al almacenamiento subterráneo.

7 Condiciones de aplicabilidad

Las condiciones de aplicabilidad establecen los requisitos mínimos que deberán cumplirse para que un proyecto pueda aplicar esta metodología. Estas condiciones permiten determinar si el proyecto se desarrolla en un contexto hidrológico o hidrogeológico adecuado, si existe un sistema de recarga o regulación claramente identificable y si los beneficios hídricos esperados pueden atribuirse razonablemente a las actividades implementadas.

Los titulares del proyecto deberán cumplir con las siguientes condiciones.

7.1 Contexto hídrico e hidrogeológico

Las actividades deberán implementarse en territorios donde exista evidencia de limitaciones actuales, estacionales o proyectadas en la disponibilidad de agua, o donde la regulación hídrica natural del sistema se encuentre deteriorada o sea insuficiente para responder a las necesidades ecológicas, sociales o productivas del territorio.

La evidencia podrá basarse, entre otros, en:

- (a) análisis hidrológicos, hidrogeológicos o climáticos regionales;
- (b) registros históricos de caudales, precipitación, niveles freáticos o disponibilidad de agua;
- (c) diagnósticos oficiales, estudios de cuenca, planes de gestión hídrica o información técnica de autoridades competentes;
- (d) reducción documentada de caudales base, manantiales o disponibilidad de agua en periodos secos;

- (e) evidencia de estrés hídrico estacional o estructural;
- (f) información socioeconómica sobre acceso restringido al agua o vulnerabilidad hídrica de comunidades y sistemas productivos;
- (g) estudios que identifiquen oportunidades de recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica.

El titular del proyecto deberá demostrar que las actividades contribuyen a mejorar la disponibilidad de agua, la recarga de acuíferos, el almacenamiento subterráneo o la regulación temporal de los flujos hídricos, en comparación con el escenario de línea base.

7.2 Sistema hidrológico o hidrogeológico definido

El proyecto deberá desarrollarse dentro de un sistema hidrológico o hidrogeológico claramente identificable, cuya delimitación permita describir la relación entre las actividades implementadas y los beneficios hídricos esperados.

El titular del proyecto deberá identificar, según corresponda:

- (a) la cuenca, subcuenca, microcuenca o unidad hidrográfica relevante;
- (b) el acuífero, sistema hidrogeológico o unidad de almacenamiento subterráneo relacionada con el proyecto;
- (c) las zonas de captación, conducción, recarga, almacenamiento o descarga;
- (d) los cuerpos de agua, manantiales, caudales base, ecosistemas o usuarios relacionados con el beneficio hídrico esperado;
- (e) el área de influencia donde pueden manifestarse los efectos hidrológicos o hidrogeológicos del proyecto.

7.3 Fuente de agua disponible para recarga o regulación

El proyecto deberá identificar claramente la fuente de agua que será utilizada, conducida, infiltrada, almacenada o regulada por las actividades del proyecto.

La fuente de agua deberá ser:

- (a) identificable;

- (b) legalmente disponible, cuando aplique;
- (c) compatible con el sistema receptor;
- (d) suficiente para sustentar el beneficio hídrico esperado;
- (e) consistente con el régimen hidrológico del área del proyecto.

El uso de la fuente de agua no deberá comprometer caudales ecológicos, derechos existentes de uso del agua, ecosistemas dependientes del recurso hídrico o usuarios aguas abajo (NRMMC, EPHC & NHMRC, 2009).

7.4 Existencia de un sistema de recarga o regulación hídrica identificable

Las actividades del proyecto deberán estar asociadas a un sistema natural, artificial, tradicional o híbrido claramente identificable, diseñado o gestionado para captar, conducir, infiltrar, dispersar, almacenar, retardar o regular agua.

Estos sistemas podrán incluir, entre otros:

- (a) amunas, qochas u otros sistemas tradicionales de gestión del agua;
- (b) canales de conducción hacia zonas de infiltración;
- (c) zanjas, campos o áreas de recarga;
- (d) estanques, lagunas de infiltración o balsas de infiltración;
- (e) estructuras de retención o dispersión de escorrentía;
- (f) diques de baja escala, check dams o estructuras equivalentes;
- (g) cauces intervenidos para favorecer la infiltración o el almacenamiento temporal;
- (h) sistemas de recarga mediante pozos, galerías, zanjas profundas u otras estructuras de infiltración;
- (i) sistemas híbridos que combinen infraestructura hídrica y soluciones basadas en la naturaleza.

El titular del proyecto deberá describir los componentes del sistema, su ubicación, funcionamiento, estado inicial, capacidad operativa y relación con el beneficio hídrico esperado.

7.5 Conexión hidrológica o hidrogeológica demostrable

El titular del proyecto deberá demostrar que existe una conexión hidrológica o hidrogeológica razonable entre las actividades implementadas y el beneficio hídrico cuantificado.

Para ello, deberá desarrollar un modelo conceptual del sistema que describa, como mínimo:

- (a) la fuente de agua utilizada o regulada;
- (b) las rutas de captación, conducción, infiltración, recarga, almacenamiento o descarga;
- (c) las zonas de recarga y descarga relevantes;
- (d) la relación entre el sistema implementado y los acuíferos, manantiales, caudales base, cuerpos de agua o usuarios beneficiarios;
- (e) el tiempo esperado de tránsito o manifestación del beneficio hídrico, cuando sea relevante;
- (f) los principales factores que pueden afectar la recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica.

7.6 Compatibilidad ambiental e hidrogeológica

Las actividades del proyecto deberán ser compatibles con las condiciones ambientales, hidrológicas e hidrogeológicas del área donde se implementan.

El titular del proyecto deberá demostrar que las actividades no generan riesgos significativos de:

- (a) deterioro de acuíferos, suelos, cuerpos de agua o ecosistemas asociados;
- (b) contaminación del agua superficial o subterránea;
- (c) alteración negativa de caudales ecológicos;

- (d) reducción significativa de la disponibilidad de agua para usuarios aguas abajo;
- (e) afectación de ecosistemas dependientes del agua subterránea;
- (f) conflictos materiales por el uso del agua.

Cuando existan riesgos potenciales, el titular del proyecto deberá demostrar que estos pueden ser prevenidos, mitigados, monitoreados y gestionados de manera adecuada (NRMMC, EPHC & NHMRC, 2009).

8 Actividades elegibles

Las actividades elegibles bajo esta metodología corresponden a intervenciones orientadas a incrementar la recarga de acuíferos, el almacenamiento subterráneo de agua o la regulación temporal de los flujos hídricos dentro de un sistema hidrológico o hidrogeológico definido.

Las actividades deberán generar un beneficio hídrico medible, adicional y atribuible al proyecto, en comparación con el escenario de línea base. Dicho beneficio podrá manifestarse mediante el incremento de la recarga, el aumento del almacenamiento subterráneo, la mejora del caudal base, la recuperación de manantiales, la regulación temporal de los flujos hídricos o la mejora de la disponibilidad de agua durante periodos secos.

Las actividades elegibles podrán incluir nuevos sistemas, la rehabilitación de sistemas existentes, la recuperación de sistemas tradicionales, la ampliación de infraestructura de recarga o regulación, y la optimización de sistemas que ya se encuentren en operación, siempre que generen beneficios hídricos adicionales.

Las actividades podrán incluir, entre otras:

- (a) sistemas tradicionales de gestión del agua, tales como amunas, qochas u otros sistemas equivalentes;
- (b) canales, zanjias, estructuras o sistemas de conducción de agua hacia zonas de infiltración o recarga;

- (c) estanques, lagunas de infiltración, balsas de infiltración, campos o áreas de infiltración;
- (d) estructuras de retención, dispersión o regulación de escorrentía;
- (e) diques de baja escala, check dams u otras estructuras equivalentes;
- (f) cauces o áreas intervenidas para favorecer la infiltración, el almacenamiento temporal o la regulación hídrica;
- (g) sistemas de recarga mediante pozos, galerías, zanjas profundas u otras estructuras de infiltración;
- (h) sistemas híbridos que combinen infraestructura hídrica, soluciones basadas en la naturaleza y prácticas de manejo del agua.

8.1 Implementación de nuevos sistemas de recarga gestionada o regulación hídrica

Incluye la implementación de nuevos sistemas naturales, artificiales, tradicionales o híbridos diseñados para captar, conducir, infiltrar, almacenar, retardar, dispersar o regular agua con el fin de incrementar la recarga de acuíferos, el almacenamiento subterráneo o la disponibilidad temporal del recurso hídrico (Dillon et al., 2009).

Estas actividades podrán incluir, entre otras:

- (a) construcción de canales, zanjas, acequias, estructuras de conducción o sistemas equivalentes para dirigir agua hacia zonas de infiltración o recarga;
- (b) implementación de estanques, lagunas de infiltración, balsas, campos o áreas de infiltración;
- (c) construcción de estructuras de retención, dispersión o regulación de escorrentía;
- (d) implementación de diques de baja escala, check dams u otras estructuras equivalentes;
- (e) adecuación de cauces, planicies de inundación o áreas de dispersión para favorecer la infiltración, el almacenamiento temporal o la regulación hídrica;

- (f) implementación de pozos de recarga, galerías de infiltración, zanjas profundas u otras estructuras de recarga;
- (g) implementación de sistemas híbridos que combinen infraestructura hídrica, soluciones basadas en la naturaleza y prácticas de manejo del agua.

8.2 Rehabilitación, recuperación u optimización de sistemas existentes

Incluye actividades orientadas a recuperar, mejorar o aumentar el desempeño hidrológico o hidrogeológico de sistemas de recarga o regulación hídrica existentes que se encuentren deteriorados, subutilizados, parcialmente operativos o funcionando por debajo de su capacidad real.

Estas actividades podrán incluir, entre otras:

- (a) rehabilitación de canales, zanjas, estructuras de conducción, infiltración, retención o dispersión;
- (b) remoción de obstrucciones, sedimentos u otros materiales que reduzcan la capacidad de conducción, infiltración o regulación del sistema;
- (c) reparación o estabilización de estructuras deterioradas;
- (d) recuperación de áreas de infiltración o recarga que hayan perdido funcionalidad;
- (e) ampliación de la capacidad de conducción, infiltración, almacenamiento temporal o dispersión;
- (f) mejora de la operación del sistema mediante manejo planificado de caudales, tiempos de apertura, periodos de derivación o distribución del agua;
- (g) incorporación de puntos de control, sistemas de medición o estructuras de regulación que permitan mejorar el desempeño y la trazabilidad del sistema.

En estos casos, solo podrá considerarse como beneficio hídrico adicional el incremento verificable respecto al desempeño del sistema en el escenario de línea base.

8.3 Sistemas tradicionales de gestión del agua

Serán elegibles los sistemas tradicionales de gestión del agua desarrollados, mantenidos o utilizados por comunidades locales, pueblos indígenas o comunidades tradicionales, siempre que cumplan las condiciones de aplicabilidad establecidas en esta metodología (Zheng et al., 2021).

Estos sistemas podrán incluir, entre otros:

- (a) amunas;
- (b) qochas;
- (c) acequias tradicionales de infiltración o recarga;
- (d) canales ancestrales de conducción hacia zonas de infiltración;
- (e) sistemas tradicionales de almacenamiento temporal y liberación retardada de agua;
- (f) otros sistemas equivalentes de gestión comunitaria del agua orientados a la recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica.

La existencia histórica o cultural de estos sistemas no será suficiente, por sí sola, para generar beneficios hídricos bajo esta metodología. El titular del proyecto deberá demostrar que las actividades implementadas generan un incremento medible y atribuible respecto al escenario de línea base, mediante rehabilitación, recuperación, ampliación, operación gestionada, mantenimiento estructurado o mejora verificable del desempeño hidrológico del sistema.

8.4 Soluciones basadas en la naturaleza e intervenciones híbridas

Serán elegibles las soluciones basadas en la naturaleza y los sistemas híbridos cuando su objetivo principal sea mejorar la recarga de acuíferos, el almacenamiento subterráneo o la regulación temporal de los flujos hídricos.

Estas actividades podrán incluir, entre otras:

- (a) restauración o recuperación de zonas de recarga;

- (b) restauración de humedales o áreas de almacenamiento temporal vinculadas a procesos de recarga o regulación hídrica;
- (c) reconexión funcional de cauces, planicies de inundación o zonas de infiltración;
- (d) revegetación o restauración de áreas estratégicas cuando se demuestre su contribución directa a la recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica;
- (e) establecimiento de barreras vegetales, franjas de amortiguación u otras intervenciones ecológicas que favorezcan la retención, infiltración o regulación de flujos;
- (f) integración de infraestructura de pequeña escala con restauración ecológica para mejorar la disponibilidad temporal del agua.

Las soluciones basadas en la naturaleza solo serán elegibles bajo esta metodología cuando su beneficio hídrico principal sea atribuible a procesos de recarga gestionada, almacenamiento subterráneo o regulación hidrológica. Otros beneficios ambientales, como biodiversidad, carbono o calidad del agua podrán reportarse como cobeneficios, pero no deberán contabilizarse como beneficios hídricos bajo esta metodología salvo que sean cuantificados conforme a sus requisitos específicos.

8.5 Actividades complementarias elegibles

Podrán considerarse actividades complementarias cuando sean necesarias para implementar, mantener, monitorear o mejorar el desempeño de los sistemas de recarga o regulación hídrica.

Estas actividades podrán incluir:

- (a) instalación de sensores, estaciones hidrométricas, pluviómetros, piezómetros u otros instrumentos de monitoreo;
- (b) construcción o mejora de puntos de control para medición de caudales, niveles o volúmenes;
- (c) implementación de sistemas de información geográfica, bases de datos o herramientas de monitoreo hidrológico;

- (d) mantenimiento periódico de infraestructura de conducción, infiltración, retención o regulación;
- (e) actividades comunitarias de operación, limpieza, vigilancia o mantenimiento del sistema;
- (f) acciones de capacitación, gobernanza y fortalecimiento operativo directamente vinculadas con la continuidad del sistema.

Estas actividades complementarias no generarán beneficios hídricos por sí mismas, salvo en la medida en que contribuyan a un incremento verificable en la recarga, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica atribuible al proyecto.

8.6 Actividades no cubiertas por esta metodología

No estarán cubiertas por esta metodología las actividades cuyo objetivo principal sea la mejora de calidad del agua, remediación de cuerpos de agua superficiales, tratamiento de aguas residuales, reducción de cargas contaminantes, control de eutrofización, remoción de contaminantes, oxigenación, biorremediación, manejo de sargazo o restauración funcional de lagos, ríos, embalses, lagunas, bahías o cuerpos costeros, salvo que dichas actividades formen parte de un sistema de recarga gestionada o regulación hídrica y que el beneficio hídrico cuantificado corresponda exclusivamente a la recarga, almacenamiento subterráneo o regulación temporal de flujos.

Los beneficios asociados a mejora de calidad del agua o restauración funcional de cuerpos de agua superficiales deberán cuantificarse mediante la metodología correspondiente del BioCarbon Water Standard, cuando exista.

9 Escenario de línea base y adicionalidad

El titular del proyecto deberá establecer un escenario de línea base que represente las condiciones hidrológicas, hidrogeológicas y operativas que habrían ocurrido en ausencia de las actividades del proyecto.

La demostración de adicionalidad deberá basarse en la comparación entre:

- (a) el escenario de línea base, que representa la condición sin proyecto; y

- (b) el escenario con proyecto, que representa la condición resultante de la implementación, rehabilitación, recuperación, ampliación, optimización u operación gestionada del sistema de recarga o regulación hídrica.

Solo podrán considerarse para la cuantificación bajo esta metodología los beneficios hídricos que sean adicionales al escenario de línea base, atribuibles a las actividades del proyecto y sustentados mediante información verificable (Reig et al., 2019).

9.1 Identificación del escenario de línea base

El escenario de línea base deberá describir la condición hidrológica, hidrogeológica y operativa del área del proyecto y su área de influencia antes de la implementación de las actividades del proyecto, o en ausencia de dichas actividades.

La línea base deberá permitir determinar qué habría ocurrido razonablemente sin el proyecto respecto de:

- (a) la disponibilidad de agua;
- (b) la recarga natural o gestionada de acuíferos;
- (c) el almacenamiento subterráneo;
- (d) el comportamiento de caudales base;
- (e) la descarga de manantiales;
- (f) la regulación temporal de los flujos hídricos;
- (g) el funcionamiento de sistemas existentes de recarga o regulación hídrica;
- (h) la disponibilidad de agua durante periodos secos.

La línea base deberá establecerse de manera conservadora y con base en información medible, trazable y documentada.

9.2 Levantamiento de línea base y periodo de referencia

El levantamiento de línea base deberá incluir la recopilación y análisis de información suficiente para caracterizar el sistema hidrológico o hidrogeológico relevante y establecer un escenario de referencia apropiado.

Según el tipo de proyecto y la disponibilidad de información, el titular del proyecto deberá recopilar, como mínimo, información sobre:

- (a) delimitación de la cuenca, subcuenca, microcuenca, acuífero, zona de recarga, zona de descarga y área de influencia;
- (b) precipitación histórica, estacionalidad climática, ocurrencia de periodos secos y variabilidad interanual;
- (c) caudales superficiales, caudales base, niveles freáticos, descarga de manantiales o disponibilidad de agua, cuando dicha información exista o pueda ser generada;
- (d) características hidrogeológicas del sistema, incluyendo tipo de acuífero, permeabilidad, dirección probable de flujo, zonas de recarga y descarga, cuando sea aplicable;
- (e) estado inicial de los sistemas naturales, artificiales, tradicionales o híbridos asociados a la recarga o regulación hídrica;
- (f) capacidad operativa previa de canales, zanjas, estructuras de infiltración, áreas de dispersión, qochas, amunas, diques, estanques de infiltración, pozos de recarga u otros componentes relevantes;
- (g) usos actuales del agua, usuarios existentes, caudales ecológicos y posibles dependencias aguas abajo;
- (h) calidad del agua, cuando exista riesgo de afectación de acuíferos, suelos, ecosistemas o usuarios;
- (i) prácticas actuales y habituales de gestión del agua en el área del proyecto;
- (j) información socioeconómica relevante sobre acceso, disponibilidad o vulnerabilidad hídrica.

El periodo de referencia utilizado para el establecimiento de la línea base deberá ser suficiente para representar la variabilidad hidrológica y climática del área del proyecto.

Para variables climáticas e hidrológicas, el titular del proyecto deberá utilizar preferiblemente series históricas de al menos diez (10) años previos al inicio del proyecto, cuando dicha información se encuentre disponible.

Cuando no existan series locales suficientes, podrán utilizarse datos de estaciones meteorológicas o hidrométricas ubicadas en áreas comparables, productos satelitales reconocidos, estudios técnicos o académicos, datos oficiales, información comunitaria documentada o mediciones de campo generadas específicamente para el proyecto.

Cuando se utilicen datos con periodos más cortos, el titular del proyecto deberá justificar su representatividad y aplicar supuestos conservadores para evitar la sobreestimación de los beneficios hídricos.

9.3 Línea base según el tipo de intervención

La línea base deberá definirse de acuerdo con el tipo de intervención implementada.

9.3.1 Nuevos sistemas

Cuando el proyecto implemente un nuevo sistema de recarga gestionada de acuíferos o regulación hídrica en un área donde dicho sistema no existía previamente, la línea base corresponderá a la condición hidrológica e hidrogeológica sin el sistema implementado por el proyecto.

La ausencia previa del sistema de recarga o regulación no implica que la recarga natural del área sea igual a cero. El titular del proyecto deberá distinguir entre la recarga natural o los flujos hidrológicos que ocurrirían en ausencia del proyecto y el beneficio adicional atribuible a las actividades implementadas.

En este caso, el beneficio hídrico adicional corresponderá al incremento neto en recarga, almacenamiento subterráneo, caudal base, descarga de manantiales o regulación hídrica atribuible al sistema implementado, respecto de la condición sin proyecto.

9.3.2 Rehabilitación, recuperación u optimización de sistemas existentes

Cuando el proyecto consista en la rehabilitación, recuperación, ampliación, optimización u operación gestionada de un sistema existente, la línea base deberá corresponder al funcionamiento real del sistema antes de la intervención del proyecto.

En estos casos, no deberá utilizarse como línea base la capacidad original, histórica, potencial o teórica del sistema, salvo que dicha capacidad refleje de manera verificable el funcionamiento real esperado en ausencia del proyecto.

La línea base deberá considerar el estado físico y operativo del sistema antes de la intervención, el volumen de agua efectivamente captado, conducido, infiltrado, recargado o regulado antes del proyecto, la frecuencia real de operación o mantenimiento, las fallas o limitaciones que afectaban su desempeño y la tendencia esperada del sistema sin intervención.

El beneficio hídrico adicional corresponderá únicamente a la diferencia entre el desempeño del sistema con proyecto y el desempeño que habría ocurrido razonablemente sin el proyecto.

9.3.3 Sistemas tradicionales de gestión del agua

Cuando el proyecto involucre sistemas tradicionales de gestión del agua, tales como amunas, qochas u otros sistemas equivalentes, la existencia histórica o cultural del sistema no excluirá por sí misma la aplicabilidad de esta metodología.

No obstante, la línea base deberá representar la condición real del sistema antes de la intervención del proyecto, incluyendo su estado de conservación, nivel de operación, capacidad funcional y contribución hidrológica efectiva.

El titular del proyecto deberá documentar, según corresponda, el uso histórico o tradicional del sistema, el estado previo a la intervención, el nivel de funcionamiento antes del proyecto, las actividades de rehabilitación, recuperación, mantenimiento u operación gestionada implementadas, la contribución hidrológica esperada o medida antes y después de la intervención, y los acuerdos comunitarios o institucionales necesarios para su operación y mantenimiento.

El beneficio hídrico adicional deberá limitarse al incremento verificable generado por las actividades del proyecto y no podrá basarse únicamente en la existencia histórica del sistema o en su capacidad potencial no demostrada.

9.4 Demostración de adicionalidad

El titular del proyecto deberá demostrar que los beneficios hídricos cuantificados son adicionales, atribuibles al proyecto y no habrían ocurrido en ausencia de las actividades implementadas.

La demostración de adicionalidad deberá incluir, como mínimo:

- (a) comparación entre el escenario de línea base y el escenario con proyecto;
- (b) evidencia de que las actividades generan un incremento verificable en la recarga, almacenamiento subterráneo, disponibilidad de agua, caudal base, descarga de manantiales o regulación hídrica;
- (c) demostración de que las actividades no corresponden exclusivamente a medidas obligatorias exigidas por ley, reglamento, licencia, permiso, orden administrativa u otro instrumento vinculante;
- (d) análisis de si las actividades constituyen práctica común en el área del proyecto o en sistemas equivalentes;
- (e) justificación de que el beneficio hídrico cuantificado es consecuencia directa de las actividades del proyecto y no de variaciones climáticas ordinarias, intervenciones externas o cambios no atribuibles al proyecto.

Cuando existan obligaciones legales, regulatorias, administrativas, contractuales o de licencia, el titular del proyecto deberá demostrar que las actividades exceden los requisitos mínimos obligatorios y que solo el beneficio hídrico generado por encima de dichos requisitos será considerado adicional (BioCarbon Cert, 2026).

Cuando una actividad sea ampliamente adoptada o represente la práctica habitual del territorio, el titular del proyecto deberá demostrar que el proyecto introduce mejoras adicionales, tales como incremento verificable en la capacidad de recarga o regulación hídrica, rehabilitación de sistemas deteriorados o inoperativos, ampliación del alcance espacial o funcional del sistema, incorporación de monitoreo, operación gestionada o mantenimiento estructurado, o mejora demostrable en la disponibilidad de agua durante periodos secos.

9.5 Confirmación de adicionalidad

Solo los beneficios hídricos que cumplan simultáneamente con las siguientes condiciones podrán ser considerados para la cuantificación bajo esta metodología:

- (a) son medibles o estimables mediante métodos técnicamente justificados;
- (b) son adicionales al escenario de línea base;
- (c) son atribuibles a las actividades del proyecto;
- (d) no corresponden al simple traslado de agua entre usuarios, zonas, subcuencas o ecosistemas;
- (e) no generan impactos negativos significativos sobre terceros, ecosistemas o caudales ecológicos;
- (f) se encuentran debidamente documentados y son verificables.

Cuando exista incertidumbre sobre la adicionalidad o atribución del beneficio hídrico, el titular del proyecto deberá aplicar supuestos conservadores y limitar la cuantificación al volumen que pueda ser razonablemente demostrado.

10 Cuantificación de beneficios volumétricos de agua

La cuantificación de beneficios volumétricos de agua bajo esta metodología se basa en la estimación del beneficio hídrico adicional generado por actividades de recarga gestionada de acuíferos y sistemas de regulación hídrica, en comparación con el escenario de línea base.

Los beneficios deberán expresarse en metros cúbicos de agua por año ($\text{m}^3/\text{año}$) o en metros cúbicos de agua durante el periodo de monitoreo correspondiente, según la duración del periodo evaluado.

La cuantificación deberá realizarse de manera conservadora, transparente, trazable y consistente con el tipo de sistema implementado, la disponibilidad de datos y las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas del área del proyecto.

10.1 Principio general de cuantificación

El beneficio hídrico bajo esta metodología corresponde al volumen neto adicional de agua atribuible a las actividades del proyecto, asociado a uno o más de los siguientes efectos:

- (a) incremento de la recarga de acuíferos;
- (b) incremento del almacenamiento subterráneo;
- (c) mejora en la regulación temporal de los flujos hídricos;
- (d) incremento del caudal base o de la descarga de manantiales durante periodos de menor disponibilidad hídrica;
- (e) aumento verificable de la disponibilidad de agua atribuible a la operación del sistema de recarga o regulación hídrica.

El beneficio hídrico neto se calculará mediante la siguiente expresión general:

$$NWB = GWB - BL - D_{l,k,u} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- NWB = Beneficio hídrico neto atribuible al proyecto; m^3
- GWB = Beneficio hídrico bruto medido o estimado en el escenario con proyecto; m^3
- BL = Beneficio hídrico que ocurriría en el escenario de línea base; m^3
- $D_{l,k,u}$ = Deducciones aplicables por pérdidas no elegibles, fugas, incertidumbre u otros ajustes conservadores; m^3

Solo el beneficio hídrico neto podrá ser considerado para la emisión de Créditos de Agua Verificados (VWC), de conformidad con los requisitos del BioCarbon Water Standard.

10.2 Selección de la métrica de beneficio hídrico

El titular del proyecto deberá seleccionar y justificar la métrica principal de beneficio hídrico que será utilizada para la cuantificación.

La métrica seleccionada deberá ser coherente con el tipo de sistema, el objetivo de la intervención, la forma en que se manifiesta el beneficio hídrico y la disponibilidad de datos de monitoreo.

Las métricas aplicables bajo esta metodología incluyen:

- (a) Volumen de agua recargada: volumen adicional de agua que contribuye a la recarga de acuíferos o al almacenamiento subterráneo como resultado del proyecto.
- (b) Volumen de almacenamiento subterráneo adicional: volumen adicional de agua almacenada en el acuífero o sistema hidrogeológico atribuible al proyecto.
- (c) Volumen de agua regulada efectivamente: volumen adicional de agua disponible en periodos de menor precipitación o mayor escasez, atribuible a la regulación temporal generada por el proyecto.
- (d) Volumen adicional descargado como caudal base o manantial: volumen adicional de agua que se manifiesta como incremento de caudal base, descarga de manantiales u otros flujos retardados atribuibles a la recarga o regulación hídrica.

El titular del proyecto deberá evitar la doble contabilización entre estas métricas. Un mismo volumen de agua no podrá ser contabilizado simultáneamente como agua recargada, agua almacenada, agua regulada y agua descargada. Cuando un proyecto genere varios efectos hidrológicos relacionados, el titular del proyecto deberá seleccionar una métrica principal o demostrar claramente que los volúmenes cuantificados no se superponen.

10.3 Enfoques para la cuantificación

La cuantificación bajo esta metodología deberá considerar el escenario con proyecto, el escenario de línea base, las deducciones por pérdidas no elegibles, fugas, incertidumbre y otros ajustes conservadores aplicables.

La cuantificación de beneficios hídricos podrá realizarse mediante uno o más de los siguientes enfoques:

- (a) medición directa;

- (b) balance hídrico del sistema;
- (c) modelación hidrológica o hidrogeológica;
- (d) evidencia hidrogeológica verificable.

El enfoque seleccionado deberá ser apropiado para el tipo de proyecto, la escala de intervención, la disponibilidad de datos y las condiciones hidrológicas o hidrogeológicas del área (Reig et al., 2019).

10.3.1 Cuantificación mediante medición directa

La medición directa deberá priorizarse cuando sea técnicamente viable y cuando existan instrumentos adecuados para registrar los volúmenes de agua captados, conducidos, infiltrados, recargados, descargados o regulados por el sistema.

La medición directa podrá realizarse mediante:

- (a) sensores de caudal;
- (b) estaciones hidrométricas;
- (c) estructuras calibradas de medición de flujo;
- (d) medidores de nivel;
- (e) piezómetros;
- (f) vertederos, canales Parshall u otros dispositivos hidráulicos calibrados;
- (g) sensores de almacenamiento o nivel en estructuras de regulación;
- (h) registros instrumentales equivalentes.

Cuando se mida el caudal derivado o conducido hacia el sistema, el volumen de agua ingresado durante el periodo de monitoreo se calculará como:

$$V_{in,t} = \sum (Q_t \times \Delta t) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- $V_{in,t}$ = Volumen de agua ingresado o conducido al sistema durante el periodo t; m³
 Q_t = Caudal medido durante el intervalo de tiempo t; m³/s
 Δt = Duración del intervalo de medición; segundos

Cuando el sistema reciba agua desde múltiples puntos de ingreso, el volumen total ingresado deberá calcularse como la suma de los volúmenes medidos en todos los puntos de ingreso relevantes.

El volumen bruto recargado o regulado se calculará descontando los volúmenes que no contribuyen al beneficio hídrico elegible:

$$V_{gr,t} = V_{in,t} + P_{s,t} - V_{out,t} - V_{evap,t} - V_{ov,t} - V_{use,t} - V_{l,t} - \Delta S_{sup,t} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

- $V_{gr,t}$ = Volumen bruto potencialmente recargado o regulado durante el periodo t; m³
 $V_{in,t}$ = Volumen de agua ingresado o conducido al sistema durante el periodo t; m³
 $P_{s,t}$ = Precipitación directa sobre la superficie del sistema durante el periodo t, cuando sea aplicable; m³
 $V_{out,t}$ = Volumen de salida superficial no atribuible a recarga o regulación hídrica durante el periodo t; m³
 $V_{evap,t}$ = Volumen perdido por evaporación durante el periodo t; m³
 $V_{ov,t}$ = Volumen perdido por rebose o excedencia del sistema durante el periodo t; m³
 $V_{use,t}$ = Volumen utilizado directamente para usos no asociados al beneficio de recarga o regulación durante el periodo t; m³
 $V_{l,t}$ = Otras pérdidas operativas o no elegibles durante el periodo t; m³
 $\Delta S_{sup,t}$ = Cambio en el almacenamiento superficial del sistema durante el periodo t; m³

Cuando el cambio en almacenamiento superficial sea positivo, deberá descontarse del volumen bruto, ya que el agua permanece almacenada y no ha generado aún el beneficio hídrico cuantificado. Cuando el cambio sea negativo, podrá sumarse al

balance si se demuestra que el volumen liberado contribuyó efectivamente a la recarga, descarga o regulación hídrica durante el periodo evaluado.

Cuando no todo el volumen infiltrado o conducido contribuya a recarga efectiva, almacenamiento subterráneo o regulación hídrica, deberá aplicarse un factor de recarga efectiva:

$$V_{R,t} = V_{br,t} \times F_{RE,t} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

- $V_{R,t}$ = Volumen de recarga efectiva o regulación hídrica atribuible al sistema durante el periodo t; m³
- $V_{br,t}$ = Volumen bruto potencialmente recargado o regulado durante el periodo t; m³
- $F_{RE,t}$ = Factor de recarga efectiva o contribución a la regulación hídrica; adimensional, entre 0 y 1

El factor de recarga efectiva deberá basarse en información específica del sitio, mediciones de campo, estudios hidrogeológicos, modelación, trazadores, literatura técnica aplicable o supuestos conservadores debidamente justificados.

10.3.2 Cuantificación mediante balance hídrico del sistema

Cuando no sea posible medir directamente todos los flujos relevantes, el titular del proyecto podrá cuantificar los beneficios hídricos mediante un balance hídrico del sistema de recarga o regulación.

El balance hídrico deberá representar las entradas, salidas, pérdidas y cambios de almacenamiento durante el periodo de monitoreo (Dunne & Leopold, 1978).

La ecuación general será:

$$R_t = (I_t - O_t - L_t - \Delta A_t) \times F_{RE,t} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

- R_t = Volumen de recarga efectiva o regulación hídrica durante el periodo t; m³

I_t	=	Entradas totales de agua al sistema durante el periodo t; m ³
O_t	=	Salidas no elegibles del sistema durante el periodo t; m ³
L_t	=	Pérdidas del sistema durante el periodo t; m ³
ΔA_t	=	Cambio en el almacenamiento superficial o temporal del sistema durante el periodo t; m ³
$F_{RE,t}$	=	Factor de recarga efectiva o contribución a la regulación hídrica; adimensional, entre 0 y 1

Las entradas podrán incluir precipitación directa, escorrentía captada, caudales derivados, excedentes estacionales, flujos conducidos o volúmenes almacenados temporalmente.

Las salidas y pérdidas podrán incluir evaporación, rebose, descargas no aprovechadas, salidas superficiales no asociadas a recarga, usos directos no elegibles, pérdidas operativas y otros flujos que no contribuyan al beneficio hídrico cuantificado.

El balance hídrico deberá aplicarse con una resolución temporal adecuada al funcionamiento del sistema. Cuando sea posible, deberá utilizarse resolución diaria o mensual. La resolución anual solo será aceptable cuando el sistema tenga baja variabilidad temporal o cuando el titular del proyecto justifique que una resolución más fina no es razonablemente factible y que el enfoque aplicado es conservador.

10.3.3 Cuantificación mediante modelación hidrológica o hidrogeológica

Cuando el sistema sea complejo, opere a escala de cuenca o subcuenca, o cuando los beneficios hídricos se manifiesten a través de múltiples rutas de flujo, el titular del proyecto podrá utilizar modelos hidrológicos o hidrogeológicos para cuantificar los beneficios del proyecto (U.S. Army Corps of Engineers, s. f.).

La modelación podrá utilizarse para estimar, entre otros:

- (a) recarga adicional de acuíferos;
- (b) cambios en almacenamiento subterráneo;
- (c) variaciones en caudal base;
- (d) descarga adicional de manantiales;
- (e) tiempos de tránsito;

- (f) distribución espacial y temporal de los beneficios hídricos;
- (g) interacción entre agua superficial y agua subterránea.

Los modelos utilizados deberán ser apropiados para el sistema evaluado y deberán documentar, como mínimo:

- (a) objetivo del modelo;
- (b) límites espaciales y temporales;
- (c) datos de entrada;
- (d) supuestos y parámetros utilizados;
- (e) fuentes de información;
- (f) calibración y validación, cuando sea posible;
- (g) análisis de sensibilidad;
- (h) incertidumbre asociada;
- (i) resultados del escenario de línea base;
- (j) resultados del escenario con proyecto.

Cuando se utilice modelación, el beneficio hídrico adicional se calculará como la diferencia entre el resultado modelado del escenario con proyecto y el resultado modelado del escenario de línea base:

$$WB_{add,t} = M_{WP,t} - M_{BL,t} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

- $WB_{add,t}$ = Beneficio hídrico adicional durante el periodo t; m³
- $M_{WP,t}$ = Resultado modelado del escenario con proyecto durante el periodo t; m³
- $M_{BL,t}$ = Resultado modelado del escenario de línea base durante el periodo t; m³

Los modelos deberán calibrarse con datos específicos del sitio siempre que sea razonablemente factible. Cuando no sea posible calibrar el modelo con datos locales, el titular del proyecto deberá justificar el uso de parámetros regionales o literatura técnica y aplicar deducciones conservadoras por incertidumbre.

10.3.4 Cuantificación mediante evidencia hidrogeológica verificable

Cuando el beneficio hídrico se manifieste principalmente como respuesta hidrogeológica observada, el titular del proyecto podrá cuantificar el beneficio mediante evidencia hidrogeológica verificable.

Este enfoque podrá aplicarse cuando existan datos suficientes para demostrar cambios atribuibles al proyecto en variables como:

- (a) niveles freáticos;
- (b) almacenamiento subterráneo;
- (c) caudal base;
- (d) descarga de manantiales;
- (e) humedad o almacenamiento en el perfil subsuperficial, cuando sea relevante;
- (f) tiempo de tránsito del agua;
- (g) disponibilidad de agua durante periodos secos.

Cuando se utilicen niveles freáticos para estimar cambios en almacenamiento subterráneo, podrá aplicarse la siguiente ecuación para acuíferos libres:

$$\Delta V_{gw,t} = A_{aq} \times S_y \times \Delta h_t \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

- $\Delta V_{gw,t}$ = Cambio en almacenamiento subterráneo durante el periodo t; m³
- A_{aq} = Área del acuífero o zona de influencia considerada; m²
- S_y = Rendimiento específico del acuífero; adimensional

Δh_t = Cambio en el nivel freático atribuible al proyecto durante el periodo t;
m

Para acuíferos confinados o semiconfinados, el titular del proyecto deberá utilizar el coeficiente de almacenamiento apropiado y justificar técnicamente la ecuación aplicada.

Cuando se utilice el incremento de caudal base o descarga de manantiales, el volumen adicional se calculará como la diferencia entre el caudal observado con proyecto y el caudal esperado en el escenario de línea base:

$$V_{Qadd,t} = \sum (Q_{WP,t} - Q_{BL,t}) \times \Delta t \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

$V_{Qadd,t}$ = Volumen adicional asociado a caudal base o descarga de manantial durante el periodo t; m³

$Q_{WP,t}$ = Caudal observado o estimado en el escenario con proyecto durante el intervalo t; m³/s

$Q_{BL,t}$ = Caudal esperado en el escenario de línea base durante el intervalo t; m³/s

Δt = Duración del intervalo de medición; segundos

El caudal esperado en el escenario de línea base deberá estimarse mediante datos históricos, sitios de control, relaciones lluvia-caudal, modelación hidrológica, comparación con microcuencas no intervenidas u otros métodos técnicamente justificados.

Cuando se utilicen comparaciones con sitios de control o microcuencas no intervenidas, deberá demostrarse que dichas áreas son hidrológica y climáticamente comparables al área del proyecto.

10.4 Ajuste por variabilidad climática

La cuantificación del beneficio hídrico deberá distinguir entre los efectos atribuibles al proyecto y aquellos derivados de variaciones climáticas ordinarias o eventos extremos.

El titular del proyecto deberá ajustar la cuantificación, cuando sea relevante, considerando variables como:

- (a) precipitación anual y estacional;
- (b) distribución temporal de la precipitación;
- (c) evapotranspiración;
- (d) sequías o años anómalamente húmedos;
- (e) cambios significativos en temperatura u otras variables climáticas;
- (f) condiciones hidrológicas antecedentes.

Cuando los datos muestren que un incremento en recarga, caudal base, descarga de manantiales o disponibilidad de agua puede explicarse total o parcialmente por condiciones climáticas favorables, el titular del proyecto deberá descontar dicho efecto o aplicar un supuesto conservador.

10.5 Determinación del beneficio hídrico adicional

El beneficio hídrico adicional se calculará como la diferencia entre el resultado del escenario con proyecto y el escenario de línea base.

$$WB_{add,t} = WB_{WP,t} - WB_{BL,t} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

- $WB_{add,t}$ = Beneficio hídrico adicional durante el periodo t; m³
- $BH_{WP,t}$ = Beneficio hídrico estimado o medido en el escenario con proyecto durante el periodo t; m³
- $BH_{BL,t}$ = Beneficio hídrico esperado en el escenario de línea base durante el periodo t; m³

Cuando el resultado sea negativo o no pueda demostrarse con evidencia suficiente, el beneficio hídrico adicional para el periodo correspondiente deberá considerarse igual a cero.

No podrán trasladarse beneficios no demostrados de un periodo de monitoreo a otro.

10.6 Deducciones para determinar el beneficio hídrico neto

Una vez determinado el beneficio hídrico adicional, deberán aplicarse las deducciones correspondientes para obtener el beneficio hídrico neto.

$$NWB_t = WB_{add,t} - LK_t - UN_t - AD_t \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

- NWB_t = Beneficio hídrico neto durante el periodo t; m³
- $WB_{add,t}$ = Beneficio hídrico adicional durante el periodo t; m³
- LK_t = Deducción por fugas durante el periodo t; m³
- UN_t = Deducción por incertidumbre durante el periodo t; m³
- AD_t = Otros ajustes conservadores aplicables durante el periodo t, incluyendo ajustes por desempeño, pérdidas no elegibles u otros factores; m³

Las deducciones deberán aplicarse antes de determinar el volumen elegible para la emisión de VWC.

Cuando no sea posible cuantificar una deducción con precisión, el titular del proyecto deberá aplicar un enfoque conservador que evite la sobreestimación del beneficio hídrico neto.

10.7 Conversión a Créditos de Agua Verificados

Los Créditos de Agua Verificados (VWC) se determinarán con base en el beneficio hídrico neto cuantificado, monitoreado, auditado y declarado conforme para el periodo de monitoreo correspondiente.

$$VWC_t = NWB_t \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

- VWC_t = Créditos de Agua Verificados correspondientes al periodo t; m³
- NWB_t = Beneficio hídrico neto durante el periodo t; m³

Un (1) VWC representa un (1) metro cúbico de beneficio hídrico neto (BioCarbon Cert, 2026).

No se emitirán VWC sobre beneficios proyectados, beneficios no monitoreados, beneficios no atribuibles al proyecto o beneficios que no hayan sido auditados y declarados conformes de acuerdo con los requisitos del BioCarbon Water Standard.

10.8 Prevención de doble contabilización

El titular del proyecto deberá demostrar que los beneficios hídricos cuantificados bajo esta metodología no han sido contabilizados, reconocidos o emitidos bajo otra metodología, programa, mecanismo de reconocimiento, instrumento financiero o iniciativa de compensación (BioCarbon Cert, 2026).

Un mismo volumen de agua no podrá ser contabilizado simultáneamente como:

- (a) agua infiltrada bajo una metodología de infiltración;
- (b) agua captada, almacenada o utilizada bajo una metodología de cosecha de agua de lluvia;
- (c) agua recargada, almacenada subterráneamente o regulada bajo esta metodología;
- (d) agua restaurada o mejorada por calidad bajo una metodología de mejora de calidad del agua.

Cuando exista superposición potencial entre actividades, métricas o metodologías, el titular del proyecto deberá separar claramente los límites espaciales, temporales y volumétricos de cada beneficio. En caso de incertidumbre, deberá aplicarse el enfoque más conservador y asignar el volumen a una sola categoría metodológica (Reig et al., 2019).

10.9 Requisitos de trazabilidad de la cuantificación

El titular del proyecto deberá conservar y poner a disposición para auditoría toda la información utilizada en la cuantificación, incluyendo:

- (a) datos de medición en campo;
- (b) series climáticas, hidrológicas e hidrogeológicas;

- (c) registros de operación del sistema;
- (d) supuestos y parámetros utilizados;
- (e) cálculos intermedios;
- (f) modelos, archivos de entrada y salida, cuando aplique;
- (g) mapas, archivos geoespaciales y delimitaciones utilizadas;
- (h) evidencia de calibración o validación de instrumentos;
- (i) justificación de deducciones, factores de ajuste y supuestos conservadores;
- (j) documentación de control de calidad de datos.

La información deberá ser suficiente para permitir la reproducción independiente de los cálculos y la evaluación de conformidad por parte del Organismo de Evaluación de la Conformidad.

11 Protección de acuíferos y calidad del agua

Las actividades de recarga gestionada de acuíferos y regulación hídrica deberán implementarse de manera que no generen deterioro de la calidad del agua superficial, del agua subterránea, de los suelos, de los ecosistemas asociados ni de los usos actuales o potenciales del recurso hídrico (NRMCC, EPHC & NHMRC, 2009).

La calidad del agua se considera en esta metodología como una condición de protección ambiental y gestión de riesgos. Esta metodología no cuantifica beneficios asociados a mejora de calidad del agua, reducción de cargas contaminantes, tratamiento de aguas residuales, remediación de cuerpos de agua o restauración funcional de lagos, ríos, embalses, lagunas, bahías u otros cuerpos de agua superficiales (EPA Victoria, 2009).

11.1 Evaluación de riesgos de calidad del agua

El titular del proyecto deberá evaluar si la fuente de agua utilizada, conducida, infiltrada, recargada o regulada puede representar riesgos para el acuífero, los suelos, los cuerpos de agua conectados, los ecosistemas o los usuarios del agua.

La evaluación deberá considerar (NRMMC, EPHC & NHMRC, 2009), según corresponda:

- (a) origen del agua utilizada para recarga o regulación;
- (b) posibles fuentes de contaminación aguas arriba;
- (c) usos del suelo en las áreas de captación, conducción, infiltración o recarga;
- (d) características del acuífero o sistema receptor;
- (e) vulnerabilidad del acuífero a la contaminación;
- (f) usos actuales o potenciales del agua subterránea o superficial;
- (g) normativa aplicable sobre calidad del agua, recarga de acuíferos o protección de fuentes hídricas (International Association of Hydrogeologists, s. f.).

11.2 Compatibilidad con el sistema receptor

Cuando las actividades impliquen infiltración o recarga hacia un acuífero o sistema hidrogeológico, el titular del proyecto deberá demostrar que la calidad del agua es compatible con el sistema receptor y no genera riesgo significativo de deterioro (NRMMC, EPHC & NHMRC, 2009).

Cuando exista riesgo de contaminación, el titular del proyecto deberá implementar medidas de prevención, control o tratamiento antes de considerar el volumen asociado como elegible para la cuantificación de beneficios hídricos.

Estas medidas podrán incluir, entre otras:

- (a) exclusión de fuentes contaminadas;
- (b) sedimentación o remoción de sólidos;
- (c) trampas de sedimentos, filtros o estructuras de pretratamiento;
- (d) protección de zonas de captación, conducción e infiltración;
- (e) control de erosión;
- (f) monitoreo preventivo de calidad del agua;

- (g) suspensión temporal de la operación cuando la calidad del agua no sea compatible con la recarga o regulación prevista.

11.3 Monitoreo de calidad del agua

Cuando el análisis de riesgos identifique riesgos materiales de deterioro de calidad del agua, el titular del proyecto deberá incluir parámetros de calidad en el plan de monitoreo.

Los parámetros deberán seleccionarse de acuerdo con la fuente de agua, el sistema receptor, los riesgos identificados, los usos del agua y la normativa aplicable.

Cuando el monitoreo evidencie deterioro de calidad atribuible al proyecto, el titular del proyecto deberá excluir de la cuantificación los volúmenes asociados al componente o periodo afectado, hasta demostrar que el riesgo fue corregido o mitigado.

11.4 Relación con beneficios de mejora de calidad del agua

Las mejoras de calidad del agua que puedan generarse como cobeneficio del proyecto podrán reportarse de manera cualitativa o mediante indicadores complementarios, pero no deberán utilizarse para incrementar el volumen de beneficios hídricos cuantificados bajo esta metodología.

Los beneficios asociados a mejora de calidad del agua deberán cuantificarse mediante la metodología correspondiente del BioCarbon Water Standard, cuando aplique.

12 Permanencia del beneficio hídrico y ajustes de desempeño

Los beneficios hídricos generados por actividades de recarga gestionada de acuíferos y regulación hídrica dependen del funcionamiento adecuado del sistema durante el periodo de monitoreo correspondiente. Por tanto, el titular del proyecto deberá demostrar que las actividades implementadas operaron de manera suficiente para generar los beneficios hídricos reportados.

Para efectos de esta metodología, la permanencia del beneficio hídrico no implica que el agua deba permanecer indefinidamente almacenada en el subsuelo o dentro del sistema hidrológico. En sistemas de recarga gestionada y regulación hídrica, el

beneficio puede manifestarse como recarga, almacenamiento temporal, liberación retardada, incremento de caudal base, recuperación de manantiales o mayor disponibilidad de agua durante periodos secos.

En consecuencia, la permanencia deberá entenderse como la continuidad funcional del sistema y la existencia demostrable del beneficio hídrico durante el periodo de monitoreo para el cual se cuantifican los beneficios.

No se entenderá como pérdida del beneficio hídrico la liberación natural o gestionada del agua hacia caudales base, manantiales, cuerpos de agua, usuarios o ecosistemas, cuando dicha liberación corresponda a la función prevista del sistema de recarga o regulación hídrica.

Cuando durante un periodo de monitoreo se presenten fallas operativas, deterioro de infraestructura, sedimentación, obstrucción, abandono de mantenimiento, reducción de la fuente de agua, eventos climáticos extremos u otros factores que disminuyan el desempeño del sistema, el titular del proyecto deberá ajustar la cuantificación del beneficio hídrico para reflejar únicamente los volúmenes efectivamente generados y demostrados.

No se emitirán VWC por beneficios hídricos que no hayan sido generados, monitoreados o demostrados durante el periodo de monitoreo correspondiente.

12.1 Demostración de permanencia del beneficio hídrico

El titular del proyecto deberá demostrar que el sistema mantuvo su funcionalidad durante el periodo de monitoreo.

La permanencia del beneficio hídrico podrá demostrarse mediante:

- (a) registros de operación del sistema;
- (b) registros de mantenimiento, limpieza o reparación;
- (c) evidencia del funcionamiento de canales, zanjas, amunas, qochas, estructuras de retención, áreas de infiltración, pozos de recarga u otros componentes relevantes;
- (d) mediciones de caudal, volumen conducido, nivel freático, descarga de manantiales, caudal base u otros indicadores relevantes;

- (e) inspecciones de campo;
- (f) registros comunitarios o institucionales, cuando corresponda;
- (g) evidencia de que el sistema mantiene su capacidad de captar, conducir, infiltrar, almacenar, recargar o regular agua de acuerdo con su función prevista.

12.2 Plan de operación y mantenimiento

El titular del proyecto deberá contar con un plan de operación y mantenimiento proporcional al tipo, escala y complejidad del sistema de recarga o regulación hídrica (EPA Victoria, 2009).

El plan deberá incluir, como mínimo:

- (a) identificación de los componentes críticos del sistema;
- (b) responsables de operación, inspección, mantenimiento y reparación;
- (c) frecuencia de inspecciones y actividades de mantenimiento;
- (d) procedimientos para limpieza, remoción de sedimentos, desobstrucción y reparación;
- (e) medidas para mantener la capacidad de captación, conducción, infiltración, recarga o regulación;
- (f) procedimientos para controlar erosión, sedimentación, colmatación o deterioro estructural;
- (g) reglas de operación del sistema, incluyendo periodos de captación, derivación, cierre, apertura o distribución del agua;
- (h) protocolos de respuesta ante fallas, eventos extremos o reducción del desempeño;
- (i) mecanismos de participación comunitaria o institucional, cuando corresponda;
- (j) registros documentales de las actividades ejecutadas.

Cuando el proyecto involucre sistemas tradicionales de gestión del agua, tales como amunas, qochas u otros sistemas equivalentes, el plan de operación y mantenimiento

deberá reconocer los arreglos comunitarios, prácticas locales, conocimientos tradicionales y responsabilidades asociadas a la operación del sistema.

12.3 Fallas, deterioros o interrupciones

Cuando se presenten fallas, deterioros o interrupciones que reduzcan la capacidad de captación, conducción, infiltración, recarga o regulación del sistema, el titular del proyecto deberá excluir de la cuantificación los volúmenes no generados o no demostrados.

Estas fallas podrán incluir, entre otras:

- (a) colapso o deterioro de infraestructura;
- (b) sedimentación, colmatación u obstrucción de canales, zanjas, qochas, amunas, estanques, pozos, galerías o estructuras equivalentes;
- (c) pérdida de capacidad de infiltración o recarga;
- (d) abandono o falta de mantenimiento;
- (e) daño por eventos extremos;
- (f) interrupciones en la operación del sistema;
- (g) pérdida de instrumentos o puntos de monitoreo críticos;
- (h) restricciones de acceso que impidan verificar el desempeño del sistema.

Si la falla es corregida durante el mismo periodo de monitoreo, podrán cuantificarse únicamente los beneficios efectivamente generados antes y después de la corrección, siempre que estén respaldados por información verificable.

12.4 Eventos climáticos extremos

Cuando ocurran sequías, inundaciones, deslizamientos u otros eventos extremos que afecten la generación del beneficio hídrico, el titular del proyecto deberá reflejar dichos efectos en la cuantificación del periodo correspondiente.

La ocurrencia de un evento extremo no genera automáticamente una deducción adicional. El ajuste deberá basarse en el desempeño real observado o estimado conservadoramente durante el periodo de monitoreo.

El titular del proyecto deberá distinguir entre:

- (a) variabilidad climática ordinaria, que deberá incorporarse en la línea base, la cuantificación y la gestión de incertidumbre;
- (b) eventos extremos que reducen la generación de beneficios durante un periodo de monitoreo;
- (c) fallas o pérdidas de funcionalidad del sistema atribuibles a eventos extremos.

12.5 Ajustes posteriores a la emisión

Dado que los VWC se emiten ex post, las reducciones de desempeño ocurridas en periodos posteriores no afectarán los beneficios hídricos previamente emitidos, salvo que se identifique un error material, doble contabilización, información falsa, o evidencia posterior que demuestre que el beneficio reportado para el periodo emitido no fue efectivamente generado.

En tales casos, el titular del proyecto deberá reportar la situación y aplicar los ajustes que correspondan conforme a los procedimientos del BioCarbon Water Standard (BioCarbon Cert, 2026).

12.6 Documentación

El titular del proyecto deberá documentar la información utilizada para demostrar la permanencia del beneficio hídrico y el desempeño del sistema durante cada periodo de monitoreo.

La documentación deberá incluir, según corresponda:

- (a) registros de operación;
- (b) registros de mantenimiento, limpieza o reparación;
- (c) inspecciones de campo;
- (d) evidencia fotográfica o georreferenciada;

- (e) registros comunitarios o institucionales;
- (f) mediciones hidrológicas o hidrogeológicas;
- (g) fallas, interrupciones o eventos extremos identificados;
- (h) acciones correctivas implementadas;
- (i) ajustes aplicados a la cuantificación;
- (j) justificación técnica de los volúmenes considerados para la emisión de VWC.

13 Fugas, efectos aguas abajo y ajuste por impactos indirectos

El titular del proyecto deberá identificar, evaluar y, cuando corresponda, cuantificar las fugas e impactos indirectos asociados a las actividades de recarga gestionada de acuíferos y regulación hídrica.

Para efectos de esta metodología, las fugas corresponden a impactos hidrológicos o hidrogeológicos negativos que ocurren fuera de los límites de cuantificación del proyecto como consecuencia de las actividades implementadas, y que pueden reducir, desplazar o anular parte de los beneficios hídricos reportados.

La evaluación de fugas tiene como propósito asegurar que los beneficios hídricos cuantificados representan un incremento neto real en la disponibilidad de agua, la recarga de acuíferos, el almacenamiento subterráneo o la regulación temporal de los flujos hídricos, y no un simple traslado de agua entre usuarios, ecosistemas, subcuencas o unidades hidrogeológicas.

Las fugas identificadas deberán deducirse del beneficio hídrico adicional para determinar el beneficio hídrico neto del proyecto.

13.1 Diferencia entre pérdidas del sistema y fugas

El titular del proyecto deberá diferenciar claramente entre pérdidas del sistema y fugas.

Las pérdidas del sistema corresponden a volúmenes de agua que ingresan al sistema de recarga o regulación, pero que no contribuyen al beneficio hídrico elegible dentro

de los límites de cuantificación. Estas pérdidas pueden incluir evaporación, rebose, salidas superficiales no aprovechadas, pérdidas operativas, almacenamiento superficial no convertido en beneficio hídrico o usos directos no elegibles. Estas pérdidas deberán descontarse durante el cálculo del volumen bruto o efectivo del sistema.

Las fugas, en cambio, corresponden a impactos negativos indirectos o desplazados que ocurren fuera de los límites de cuantificación del proyecto como consecuencia de las actividades implementadas. Estas podrán incluir, entre otros, reducción de disponibilidad hídrica para usuarios aguas abajo, afectación de caudales ecológicos, desplazamiento de extracciones hacia otras fuentes o transferencia de presión hídrica hacia otras unidades hidrológicas o hidrogeológicas.

13.2 Identificación de fuentes potenciales de fuga

El titular del proyecto deberá realizar una evaluación sistemática para identificar posibles fuentes de fuga asociadas a las actividades del proyecto.

Las fuentes potenciales de fuga podrán incluir, entre otras:

- (a) reducción de disponibilidad de agua para usuarios, ecosistemas o cuerpos de agua ubicados aguas abajo;
- (b) afectación de caudales ecológicos, caudales ambientales o flujos necesarios para mantener funciones ecológicas;
- (c) desplazamiento de extracción, consumo o presión hídrica hacia otras fuentes, zonas o periodos;
- (d) transferencia de presión hídrica entre cuencas, subcuencas, microcuencas, acuíferos o unidades hidrogeológicas;
- (e) alteración negativa de zonas de descarga, manantiales, humedales o ecosistemas dependientes del agua subterránea;
- (f) reducción de disponibilidad temporal en periodos críticos para usuarios o ecosistemas;
- (g) cambios operativos indirectos, incluyendo incremento inducido del consumo o expansión de actividades de alta demanda hídrica;

- (h) deterioro de calidad del agua que afecte la aptitud funcional del recurso hídrico en acuíferos, cuerpos de agua, suelos o ecosistemas conectados.

13.3 Límite espacial para la evaluación de fugas

El titular del proyecto deberá definir un límite espacial para la evaluación de fugas, el cual podrá extenderse más allá del área del proyecto y de los límites de cuantificación cuando sea necesario para capturar impactos hidrológicos o hidrogeológicos relevantes.

El límite espacial deberá considerar, según corresponda:

- (a) tramos aguas abajo de los puntos de captación, derivación, retención o regulación;
- (b) usuarios del agua potencialmente afectados;
- (c) caudales ecológicos o requerimientos ambientales aplicables;
- (d) cuerpos de agua superficiales conectados al sistema intervenido;
- (e) zonas de recarga y descarga del acuífero o sistema hidrogeológico relevante;
- (f) manantiales, humedales o ecosistemas dependientes del agua subterránea;
- (g) posibles conexiones con subcuencas, microcuencas, acuíferos o unidades hidrogeológicas adyacentes;
- (h) áreas donde puedan desplazarse actividades, extracciones, consumos o presiones sobre el recurso hídrico como resultado del proyecto.

La delimitación deberá justificarse en el Documento de Proyecto y ser coherente con el modelo conceptual hidrológico o hidrogeológico del sistema.

13.4 Evaluación de materialidad

El titular del proyecto deberá evaluar la materialidad de cada fuente potencial de fuga identificada, considerando:

- (a) magnitud probable del impacto;
- (b) duración del impacto;

- (c) ubicación espacial;
- (d) sensibilidad hidrológica, ecológica o social del área afectada;
- (e) existencia de usuarios, derechos de uso o ecosistemas dependientes del recurso hídrico;
- (f) probabilidad de ocurrencia;
- (g) capacidad de monitoreo o verificación;
- (h) grado de atribución del impacto a las actividades del proyecto.

Una fuga podrá considerarse no material cuando el titular del proyecto demuestre, con evidencia suficiente, que su magnitud es insignificante y que no compromete usuarios, caudales ecológicos, ecosistemas dependientes del agua o derechos existentes.

13.5 Cuantificación y deducción de fugas

Cuando una fuga sea material, el titular del proyecto deberá cuantificarla en términos volumétricos, expresada en metros cúbicos (m³), para el periodo de monitoreo correspondiente.

La deducción total por fugas corresponderá a la suma de las fugas materiales identificadas durante el periodo de monitoreo:

$$LK_t = \sum LK_{i,t} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

- LK_t = Deducción total por fugas durante el periodo t; m³
- $LK_{i,t}$ = Fuga material i identificada durante el periodo t; m³

Cuando una misma fuga pueda ser clasificada en más de una categoría, el titular del proyecto deberá evitar la doble deducción del mismo volumen.

La cuantificación de fugas podrá basarse en mediciones directas, balances hídricos, comparación con línea base, sitios de control, información de usuarios, datos de

extracción, caudales aguas abajo, modelación o valores proxy técnicamente justificados.

Cuando no sea posible cuantificar una fuga material con precisión, el titular del proyecto deberá aplicar un enfoque conservador, que podrá incluir:

- (a) uso de valores proxy técnicamente justificados;
- (b) aplicación de factores de deducción conservadores;
- (c) exclusión del volumen afectado;
- (d) reducción del beneficio hídrico elegible;
- (e) suspensión de la contabilización de beneficios para la actividad o componente afectado hasta contar con información suficiente.

No podrán emitirse VWC sobre beneficios hídricos afectados por fugas materiales no cuantificadas ni gestionadas adecuadamente.

13.6 Medidas de prevención y mitigación de fugas

El titular del proyecto deberá identificar e implementar medidas para prevenir o mitigar fugas materiales.

Estas medidas podrán incluir, según corresponda:

- (a) reglas de operación que eviten afectaciones aguas abajo;
- (b) mantenimiento de caudales ecológicos o caudales mínimos;
- (c) límites máximos de captación, derivación o retención;
- (d) programación estacional de actividades de recarga o regulación;
- (e) mecanismos de coordinación con usuarios aguas abajo;
- (f) monitoreo de caudales en puntos críticos;
- (g) monitoreo de manantiales, humedales o ecosistemas dependientes;
- (h) medidas para evitar desplazamiento de extracción hacia otras fuentes;

- (i) acuerdos comunitarios o institucionales para la gestión del agua;
- (j) ajustes operativos cuando se detecten impactos negativos.

Las medidas de prevención y mitigación deberán documentarse en el Documento de Proyecto y verificarse durante los periodos de monitoreo.

13.7 Monitoreo y reevaluación de fugas

El titular del proyecto deberá monitorear las fuentes potenciales de fuga durante todo el periodo de monitoreo.

El monitoreo deberá ser proporcional al riesgo, escala y complejidad del proyecto, y podrá incluir:

- (a) caudales aguas abajo;
- (b) niveles freáticos;
- (c) descarga de manantiales;
- (d) disponibilidad de agua para usuarios relevantes;
- (e) cumplimiento de caudales ecológicos;
- (f) cambios en extracción o consumo de agua en áreas relacionadas;
- (g) indicadores de ecosistemas dependientes del agua;
- (h) quejas, conflictos o reportes de partes interesadas relacionados con disponibilidad hídrica.

La evaluación de fugas deberá actualizarse en cada periodo de monitoreo y cuando se presenten cambios significativos en el sistema, en el uso del agua, en las condiciones climáticas, en la operación del proyecto o en las condiciones de los usuarios y ecosistemas relacionados.

13.8 Condiciones no permisibles

No serán elegibles bajo esta metodología las actividades que generen fugas o impactos indirectos que:

- (a) produzcan una reducción neta de disponibilidad hídrica en el sistema hidrológico o hidrogeológico relevante;
- (b) comprometan caudales ecológicos o requerimientos ambientales aplicables;
- (c) afecten de manera significativa derechos existentes de uso del agua;
- (d) generen impactos negativos materiales sobre usuarios aguas abajo;
- (e) deterioren ecosistemas dependientes del agua superficial o subterránea;
- (f) transfieran presión hídrica hacia otras cuencas, subcuencas, acuíferos o fuentes sin una deducción conservadora;
- (g) no puedan ser evaluados razonablemente o cuantificados de manera conservadora;
- (h) generen conflictos materiales por el uso del agua no gestionados adecuadamente.

Cuando cualquiera de estas condiciones se presente durante un periodo de monitoreo, el titular del proyecto deberá excluir el volumen afectado de la cuantificación de beneficios hídricos y aplicar las medidas correctivas correspondientes.

14 Gestión de la incertidumbre

El titular del proyecto deberá identificar, evaluar, documentar y gestionar la incertidumbre asociada a la cuantificación de los beneficios hídricos generados por actividades de recarga gestionada de acuíferos y regulación hídrica.

La gestión de la incertidumbre tiene como propósito asegurar que los beneficios hídricos netos no sean sobreestimados y que los volúmenes considerados para la emisión de VWC reflejen estimaciones conservadoras, trazables y técnicamente justificadas.

Cuando exista incertidumbre material sobre la magnitud, atribución, temporalidad o permanencia del beneficio hídrico, el titular del proyecto deberá aplicar deducciones conservadoras o limitar la cuantificación al volumen que pueda ser demostrado con evidencia suficiente.

14.1 Fuentes de incertidumbre

El titular del proyecto deberá identificar las fuentes de incertidumbre relevantes para la cuantificación del beneficio hídrico.

Las fuentes de incertidumbre podrán incluir, entre otras:

- (a) errores de medición asociados a sensores, caudalímetros, piezómetros, estaciones hidrométricas, pluviómetros u otros instrumentos;
- (b) incertidumbre en curvas de calibración, curvas nivel-caudal, estructuras hidráulicas o relaciones utilizadas para estimar caudales y volúmenes;
- (c) brechas, discontinuidades o errores en series de datos climáticos, hidrológicos o hidrogeológicos;
- (d) incertidumbre en datos de precipitación, evapotranspiración, evaporación, escorrentía, infiltración, almacenamiento o descarga;
- (e) incertidumbre asociada a la delimitación del área de influencia, zona de recarga, zona de descarga o unidad hidrogeológica relevante;
- (f) incertidumbre en parámetros hidrogeológicos, tales como rendimiento específico, coeficiente de almacenamiento, transmisividad, conductividad hidráulica, porosidad efectiva o dirección de flujo;
- (g) incertidumbre en factores de recarga efectiva o eficiencia de recarga;
- (h) incertidumbre asociada a modelos hidrológicos o hidrogeológicos, incluyendo estructura del modelo, parametrización, calibración, validación y sensibilidad;
- (i) incertidumbre en la estimación del escenario de línea base;
- (j) incertidumbre en la atribución del beneficio hídrico al proyecto frente a variabilidad climática, cambios de uso del suelo, intervenciones externas u otros factores no atribuibles al proyecto;
- (k) incertidumbre en la estimación de fugas, pérdidas u otros ajustes conservadores;

- (l) incertidumbre derivada del uso de datos proxy, literatura técnica, valores regionales o supuestos predeterminados;
- (m) incertidumbre asociada a la temporalidad del beneficio, incluyendo tiempo de tránsito, retardo de descarga, almacenamiento subterráneo o manifestación del beneficio en caudales base o manantiales.

14.2 Evaluación de la incertidumbre

La evaluación de incertidumbre deberá ser coherente con el enfoque de cuantificación utilizado.

Cuando se utilice medición directa, el titular del proyecto deberá evaluar la precisión de los instrumentos, la frecuencia de medición, la calibración y mantenimiento de equipos, la representatividad espacial de los puntos de medición y la existencia de datos faltantes, valores atípicos o discontinuidades.

Cuando se utilice balance hídrico, el titular del proyecto deberá evaluar la incertidumbre asociada a cada componente del balance, incluyendo entradas, salidas, pérdidas, cambios de almacenamiento y factores de recarga efectiva.

Cuando se utilice modelación hidrológica o hidrogeológica, el titular del proyecto deberá evaluar la incertidumbre en los datos de entrada, parámetros, estructura del modelo, calibración, validación, análisis de sensibilidad y atribución del beneficio al proyecto.

Cuando la cuantificación se base en evidencia hidrogeológica verificable, el titular del proyecto deberá evaluar la representatividad de piezómetros, manantiales, puntos de control o sitios de monitoreo; la estimación de cambios en niveles freáticos; la delimitación del área de influencia hidrogeológica; la separación entre efectos del proyecto y efectos climáticos; y la estimación del tiempo de tránsito.

Cuando no pueda demostrarse de manera suficiente que el beneficio observado es atribuible al proyecto, el volumen correspondiente deberá excluirse o ajustarse conservadoramente.

14.3 Cuantificación y deducción por incertidumbre

El titular del proyecto deberá cuantificar la incertidumbre cuando existan datos suficientes para hacerlo mediante métodos estadísticos, analíticos, propagación de errores, intervalos de confianza, análisis de sensibilidad o rangos de estimación.

La incertidumbre podrá expresarse como error absoluto, error relativo, intervalo de confianza, desviación estándar, rango de sensibilidad, límite inferior conservador o porcentaje de incertidumbre aplicable al beneficio hídrico calculado.

Cuando la incertidumbre sea material, el titular del proyecto deberá aplicar una deducción por incertidumbre al beneficio hídrico adicional.

La deducción por incertidumbre podrá calcularse como:

$$UN_t = WB_{add,t} \times DF_{UN,t} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

- UN_t = Deducción por incertidumbre durante el periodo t; m³
- $WB_{add,t}$ = Beneficio hídrico adicional durante el periodo t; m³
- $DF_{INC,t}$ = Factor de deducción por incertidumbre durante el periodo t; adimensional, entre 0 y 1

El factor de deducción por incertidumbre deberá estar técnicamente justificado y deberá reflejar la calidad de los datos, la robustez del método de cuantificación, la representatividad del monitoreo, la incertidumbre del escenario de línea base y la capacidad de atribuir el beneficio al proyecto.

Alternativamente, cuando se disponga de intervalos de confianza o rangos de estimación, el titular del proyecto podrá determinar directamente el beneficio hídrico conservador utilizando el límite inferior técnicamente justificado del resultado cuantificado.

14.4 Enfoque conservador y tratamiento de datos

El titular del proyecto deberá aplicar un enfoque conservador en todos los casos en que la incertidumbre pueda conducir a la sobreestimación del beneficio hídrico.

El enfoque conservador podrá incluir:

- (a) uso del límite inferior de un intervalo de confianza;
- (b) exclusión de datos no representativos o no verificables;
- (c) aplicación de factores de deducción;
- (d) uso de valores mínimos razonables para parámetros de recarga efectiva;
- (e) uso de valores máximos razonables para pérdidas, fugas o salidas no elegibles;
- (f) exclusión de periodos con datos insuficientes;
- (g) reducción del volumen elegible cuando la atribución al proyecto sea parcial o incierta;
- (h) aplicación del resultado más bajo cuando existan varios enfoques de cuantificación técnicamente válidos.

El titular del proyecto deberá contar con procedimientos para identificar, revisar y tratar datos faltantes, valores atípicos, errores de medición y brechas de monitoreo.

Los datos faltantes podrán completarse mediante interpolación, datos de estaciones cercanas, relaciones hidrológicas, modelos o valores proxy únicamente cuando el método esté técnicamente justificado y no conduzca a sobreestimación.

No deberán completarse datos faltantes mediante supuestos que incrementen el beneficio hídrico, salvo que exista evidencia suficiente para sustentar dicha estimación.

Los valores atípicos no deberán excluirse automáticamente. El titular del proyecto deberá evaluar si dichos valores representan errores de medición o condiciones hidrológicas reales. Toda exclusión de datos deberá documentarse y justificarse técnicamente.

14.5 Documentación y actualización de la incertidumbre

El titular del proyecto deberá documentar de manera transparente todas las fuentes de incertidumbre identificadas y los métodos utilizados para evaluarlas y gestionirlas.

La documentación deberá incluir, como mínimo:

- (a) descripción de las fuentes de incertidumbre;
- (b) variables afectadas;
- (c) magnitud estimada de la incertidumbre, cuando sea posible;
- (d) método utilizado para cuantificarla o evaluarla cualitativamente;
- (e) justificación de supuestos conservadores;
- (f) deducciones aplicadas;
- (g) tratamiento de datos faltantes o valores atípicos;
- (h) análisis de sensibilidad, cuando aplique;
- (i) limitaciones del enfoque utilizado;
- (j) evidencia de calibración, validación o control de calidad de datos;
- (k) justificación de la selección del factor de deducción por incertidumbre.

La evaluación de incertidumbre deberá revisarse en cada periodo de monitoreo y actualizarse cuando se presenten cambios relevantes en el sistema de monitoreo, instrumentos de medición, disponibilidad o calidad de datos, enfoque de cuantificación, modelo hidrológico o hidrogeológico, escenario de línea base, condiciones climáticas o hidrológicas, operación del sistema o riesgos de fugas.

Cuando la actualización de información reduzca la incertidumbre, el titular del proyecto podrá ajustar el factor de deducción por incertidumbre para periodos futuros. Las reducciones de deducciones por incertidumbre no deberán aplicarse retroactivamente a periodos ya auditados y declarados conformes, salvo que el BioCarbon Water Standard o sus procedimientos aplicables lo permitan expresamente.

15 Monitoreo de las actividades del proyecto

El monitoreo de las actividades del proyecto tiene como objetivo verificar la implementación efectiva de los sistemas de recarga gestionada de acuíferos y

regulación hídrica, recopilar la información necesaria para la cuantificación periódica de los beneficios hídricos y demostrar la permanencia del beneficio durante cada periodo de monitoreo.

El monitoreo deberá permitir:

- (a) verificar que las actividades elegibles fueron implementadas y operaron conforme al diseño del proyecto;
- (b) registrar los datos necesarios para la cuantificación del beneficio hídrico bruto, adicional y neto;
- (c) evaluar el desempeño del sistema de recarga o regulación hídrica;
- (d) verificar la funcionalidad de los componentes de captación, conducción, infiltración, recarga, almacenamiento o regulación;
- (e) identificar pérdidas del sistema, fugas, incertidumbre, fallas operativas o ajustes requeridos;
- (f) sustentar la cuantificación de los VWC correspondientes al periodo de monitoreo.

15.1 Plan de monitoreo

El titular del proyecto deberá estructurar el plan de monitoreo de acuerdo con el tipo de sistema implementado, el enfoque de cuantificación seleccionado y las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas del área del proyecto.

El plan de monitoreo deberá ser coherente con:

- (a) el modelo conceptual del sistema;
- (b) los límites espaciales del proyecto;
- (c) el área de influencia;
- (d) el escenario de línea base;
- (e) el enfoque de cuantificación aplicado;
- (f) las fuentes potenciales de fuga;

- (g) los riesgos de pérdida de desempeño;
- (h) los requisitos de calidad y trazabilidad de datos.

El monitoreo deberá diseñarse de manera que permita comparar el escenario con proyecto frente al escenario de línea base y demostrar que los beneficios hídricos cuantificados son adicionales, atribuibles y verificables.

15.2 Variables de monitoreo

El plan de monitoreo deberá incluir las variables necesarias para sustentar la cuantificación del beneficio hídrico y los ajustes aplicables.

Según corresponda al tipo de proyecto, deberán monitorearse variables de las siguientes categorías:

- (a) Variables hidrológicas: caudal o volumen captado, conducido, ingresado al sistema, infiltrado, descargado, liberado, rebosado o perdido; caudal base; descarga de manantiales; niveles de agua en estructuras de almacenamiento temporal; duración de eventos de captación, conducción, infiltración o regulación.
- (b) Variables hidrogeológicas: niveles freáticos, presión hidráulica, cambios en almacenamiento subterráneo, descarga de manantiales, dirección probable de flujo, tiempo de tránsito, interacción entre agua superficial y subterránea, y respuesta hidrogeológica posterior a eventos de recarga o regulación.
- (c) Variables meteorológicas: precipitación, temperatura, evapotranspiración o evaporación, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento y ocurrencia de sequías, lluvias extremas, inundaciones u otros eventos climáticos relevantes (Allen et al., 1998).
- (d) Variables operativas: fechas y periodos de operación, volúmenes derivados, apertura o cierre de compuertas o puntos de derivación, estado físico del sistema, sedimentación, colmatación, obstrucciones, erosión, daños estructurales, mantenimiento, reparaciones, interrupciones y medidas correctivas.
- (e) Variables geoespaciales: límites del área del proyecto, área de influencia, zonas de captación, conducción, infiltración, recarga, almacenamiento temporal y descarga;

cuerpos de agua, manantiales, humedales, infraestructura, puntos de monitoreo y zonas potencialmente asociadas a fugas o impactos aguas abajo.

(f) Variables de calidad del agua: parámetros definidos conforme al análisis de riesgos de calidad del agua y protección de acuíferos, cuando aplique.

(g) Variables de fugas e impactos indirectos: caudales aguas abajo, disponibilidad de agua para usuarios relevantes, cumplimiento de caudales ecológicos, cambios en extracción o consumo de agua, indicadores de ecosistemas dependientes y reportes de partes interesadas.

Las variables seleccionadas deberán ser suficientes para reproducir los cálculos de beneficio hídrico neto y verificar la consistencia del enfoque de cuantificación aplicado.

15.3 Puntos, frecuencia y métodos de monitoreo

El titular del proyecto deberá definir puntos de monitoreo suficientes para representar adecuadamente el funcionamiento del sistema y los beneficios hídricos cuantificados.

Los puntos de monitoreo deberán ser georreferenciados y documentados. Según corresponda, podrán incluir puntos de captación, derivación, ingreso al sistema, salida o rebose, infiltración o recarga, almacenamiento temporal, pozos, piezómetros, manantiales, puntos de medición de caudal base, puntos aguas abajo, sitios de control y puntos de muestreo de calidad del agua (ISO 19111, 2019).

La frecuencia de monitoreo deberá ser suficiente para capturar la dinámica temporal del sistema y sustentar la cuantificación del beneficio hídrico. El titular del proyecto deberá definir la frecuencia de medición de acuerdo con:

- (a) el régimen de precipitación;
- (b) la estacionalidad del sistema;
- (c) los periodos de captación, conducción, infiltración o recarga;
- (d) el tiempo de tránsito esperado;
- (e) la variabilidad de caudales o niveles;

- (f) el enfoque de cuantificación aplicado;
- (g) la sensibilidad del beneficio hídrico a fallas o eventos extremos.

Cuando sea posible, se recomienda monitoreo continuo o de alta frecuencia para variables críticas como caudal, nivel de agua, precipitación y nivel freático.

Como mínimo, el plan de monitoreo deberá contemplar:

- (a) monitoreo durante los periodos de operación del sistema;
- (b) monitoreo en temporada de lluvias o periodo de mayor captación;
- (c) monitoreo en temporada seca o periodo de manifestación del beneficio hídrico;
- (d) inspecciones operativas al menos una vez por año;
- (e) registro de eventos extremos o fallas relevantes cuando ocurran.

Los métodos de monitoreo podrán incluir mediciones directas, sensores automáticos, estaciones hidrométricas, estaciones meteorológicas, piezómetros, medición de manantiales, observaciones de campo, registros operativos, imágenes satelitales, sistemas de información geográfica, modelación calibrada, sitios de control o registros comunitarios documentados.

15.4 Monitoreo de sistemas tradicionales de gestión del agua

Cuando el proyecto involucre sistemas tradicionales de gestión del agua, tales como amunas, qochas u otros sistemas equivalentes, el plan de monitoreo deberá adaptarse a sus características técnicas, culturales, comunitarias y operativas.

El monitoreo deberá considerar, según corresponda:

- (a) longitud, localización y estado de los canales o estructuras tradicionales;
- (b) puntos de captación, derivación, infiltración y descarga;
- (c) periodos tradicionales de operación;
- (d) actividades comunitarias de limpieza, mantenimiento o rehabilitación;

- (e) registros de operación mantenidos por comunidades o autoridades locales;
- (f) observadores comunitarios o responsables locales de monitoreo;
- (g) manantiales, caudales base o puntos de descarga asociados;
- (h) tiempo de tránsito o manifestación del beneficio hídrico;
- (i) cambios en disponibilidad de agua durante periodos secos.

Los registros comunitarios podrán utilizarse como evidencia complementaria, siempre que sean documentados, trazables y consistentes con otras fuentes de información técnica (Zheng et al., 2021).

15.5 Reporte de monitoreo y registros

El titular del proyecto deberá elaborar un reporte de monitoreo para cada periodo de monitoreo.

El reporte deberá incluir, como mínimo:

- (a) descripción de las actividades implementadas durante el periodo;
- (b) estado operativo del sistema;
- (c) variables monitoreadas;
- (d) fuentes de datos utilizadas;
- (e) ubicación de puntos de monitoreo;
- (f) resultados del monitoreo hidrológico, hidrogeológico, meteorológico, operativo, geoespacial y de calidad del agua, cuando aplique;
- (g) evaluación de fugas e impactos aguas abajo;
- (h) evaluación de incertidumbre;
- (i) eventos extremos, fallas o interrupciones ocurridas;
- (j) actividades de mantenimiento y acciones correctivas;
- (k) cálculos del beneficio hídrico bruto, adicional y neto;

- (l) deducciones aplicadas;
- (m) justificación de supuestos utilizados;
- (n) información geoespacial actualizada;
- (o) evidencia documental, fotográfica o técnica relevante.

El titular del proyecto deberá conservar todos los registros de monitoreo, bases de datos, cálculos, reportes, archivos geoespaciales, registros de operación, evidencias de mantenimiento y demás información utilizada para la cuantificación del beneficio hídrico.

La información deberá estar organizada de manera que permita verificar la trazabilidad entre los datos de campo, los datos procesados, los cálculos realizados, las deducciones aplicadas, el beneficio hídrico neto reportado y los VWC solicitados para emisión.

16 Gestión documental, control de calidad y aseguramiento de la información

El titular del proyecto deberá implementar y mantener un sistema de gestión documental, control de calidad y aseguramiento de la información que permita organizar, conservar, verificar y poner a disposición la información utilizada para el diseño, implementación, monitoreo, cuantificación y reporte de los beneficios hídricos del proyecto.

Este sistema deberá asegurar la trazabilidad entre las actividades implementadas, los datos monitoreados, los cálculos realizados, las deducciones aplicadas y los beneficios hídricos netos reportados bajo esta metodología.

Los procedimientos de gestión documental, control de calidad y aseguramiento de la información deberán ser proporcionales al tipo, escala, complejidad, nivel de riesgo y enfoque de cuantificación aplicado por el proyecto.

16.1 Sistema de gestión documental

El titular del proyecto deberá contar con un sistema de gestión documental que permita conservar y organizar, como mínimo, la siguiente información:

- (a) Documento de Proyecto;
- (b) descripción del titular del proyecto y actores involucrados;
- (c) localización del área del proyecto y del área de influencia;
- (d) descripción del sistema de recarga gestionada de acuíferos o regulación hídrica;
- (e) documentación sobre derechos, permisos, autorizaciones o acuerdos necesarios para implementar las actividades;
- (f) información utilizada para establecer el escenario de línea base;
- (g) información sobre condiciones hidrológicas, hidrogeológicas, climáticas, ambientales y operativas del proyecto;
- (h) registros de monitoreo;
- (i) registros de operación y mantenimiento;
- (j) información geoespacial;
- (k) archivos de cálculo;
- (l) modelos hidrológicos o hidrogeológicos, cuando aplique;
- (m) reportes de monitoreo;
- (n) evidencias de control de calidad;
- (o) información utilizada para evaluar fugas, incertidumbre, calidad del agua y ajustes conservadores;
- (p) reportes de auditoría y comunicaciones relevantes del proceso de evaluación de conformidad.

La información deberá conservarse en formatos que permitan su revisión, reproducción y trazabilidad durante el periodo requerido por el BioCarbon Water Standard y sus procedimientos aplicables.

16.2 Información técnica mínima

El titular del proyecto deberá conservar la información técnica suficiente para permitir la evaluación independiente de los beneficios hídricos reportados.

Esta información deberá incluir, según corresponda:

- (a) delimitación de cuencas, subcuencas, microcuencas, acuíferos, zonas de recarga, zonas de descarga y área de influencia;
- (b) series climáticas, hidrológicas e hidrogeológicas utilizadas;
- (c) registros de precipitación, caudales, niveles freáticos, descarga de manantiales, almacenamiento, infiltración, reboses o salidas del sistema;
- (d) datos de calidad del agua, cuando aplique;
- (e) datos crudos y datos procesados utilizados en la cuantificación;
- (f) ubicación y descripción de puntos de monitoreo;
- (g) registros de sensores, caudalímetros, piezómetros, pluviómetros, estaciones hidrométricas u otros instrumentos;
- (h) evidencia de calibración, mantenimiento o verificación de instrumentos críticos;
- (i) registros comunitarios o institucionales de operación y mantenimiento, cuando corresponda;
- (j) fotografías, videos, actas de campo o evidencias georreferenciadas;
- (k) justificación de supuestos, parámetros, factores de recarga efectiva, factores de deducción y ajustes conservadores;
- (l) documentación de datos faltantes, valores atípicos, correcciones o exclusiones de datos.

Cuando se utilicen registros comunitarios o conocimiento local en sistemas tradicionales de gestión del agua, tales como amunas, qochas u otros sistemas equivalentes, estos deberán estar documentados, fechados, trazables y ser consistentes con la información técnica disponible.

16.3 Información geoespacial

El titular del proyecto deberá mantener información geoespacial actualizada que permita representar y verificar la ubicación de los elementos relevantes del proyecto.

La información geoespacial deberá incluir, según corresponda:

- (a) límites del área del proyecto;
- (b) área de influencia;
- (c) zonas de captación;
- (d) zonas de conducción;
- (e) zonas de infiltración o recarga;
- (f) zonas de almacenamiento temporal;
- (g) zonas de descarga;
- (h) cuerpos de agua, manantiales, humedales o ecosistemas relacionados;
- (i) ubicación de infraestructura implementada, rehabilitada u optimizada;
- (j) puntos de monitoreo;
- (k) usuarios, comunidades o áreas beneficiarias relevantes;
- (l) zonas potencialmente asociadas a fugas o impactos aguas abajo.

Los archivos geoespaciales deberán conservarse en formatos que permitan su revisión independiente, incluyendo, cuando corresponda, archivos vectoriales, ráster, bases de datos geográficas, metadatos y sistemas de referencia de coordenadas utilizados (ISO 19111, 2019).

16.4 Control de calidad de datos, cálculos y modelos

El titular del proyecto deberá implementar procedimientos de control de calidad para asegurar que los datos, cálculos y modelos utilizados en la cuantificación sean completos, consistentes, trazables y técnicamente confiables.

El control de calidad deberá incluir, como mínimo:

- (a) verificación de la consistencia temporal y espacial de los datos;
- (b) identificación y revisión de datos faltantes, valores atípicos, errores de medición o inconsistencias;
- (c) verificación de unidades, conversiones, fórmulas y vínculos en archivos de cálculo;
- (d) revisión de los datos de entrada utilizados en la cuantificación;
- (e) revisión de deducciones por fugas, incertidumbre, pérdidas no elegibles y otros ajustes conservadores;
- (f) revisión de que no exista doble contabilización de volúmenes;
- (g) verificación de calibración, mantenimiento o funcionamiento adecuado de instrumentos críticos;
- (h) revisión de la consistencia entre datos de campo, bases de datos, archivos de cálculo, mapas y reportes;
- (i) documentación de correcciones, exclusiones o ajustes realizados;
- (j) revisión interna de los resultados antes de su inclusión en el reporte de monitoreo.

Cuando se utilicen modelos hidrológicos o hidrogeológicos, el titular del proyecto deberá conservar y revisar la información necesaria para evaluar la consistencia del modelo, incluyendo datos de entrada, parámetros, supuestos, escenarios, archivos de salida, calibración, validación, análisis de sensibilidad e incertidumbre, cuando aplique (EPA Victoria, 2009).

Cuando no exista evidencia suficiente sobre la calidad, calibración, origen o trazabilidad de datos críticos, el titular del proyecto deberá excluir dichos datos o aplicar un enfoque conservador.

16.5 Trazabilidad, control de versiones y respaldo

El sistema de gestión documental deberá permitir rastrear cada resultado reportado hasta sus fuentes originales.

La trazabilidad deberá cubrir, como mínimo:

- (a) origen de los datos;
- (b) fecha de recolección;
- (c) método de medición o estimación;
- (d) instrumentos utilizados;
- (e) responsable de la recolección o procesamiento;
- (f) controles de calidad aplicados;
- (g) uso del dato en los cálculos;
- (h) relación entre datos, cálculos, deducciones y beneficio hídrico neto reportado.

El titular del proyecto deberá implementar control de versiones para documentos, bases de datos, archivos de cálculo, modelos, mapas y reportes. Dicho control deberá permitir identificar la versión vigente, fechas de modificación, responsables y descripción de los cambios realizados.

El titular del proyecto deberá implementar mecanismos de respaldo y seguridad de la información proporcionales al volumen, sensibilidad y relevancia de los datos gestionados, incluyendo copias de seguridad, almacenamiento seguro, control de acceso y protección contra pérdida o alteración no autorizada.

16.6 Competencia del personal y revisión interna

El titular del proyecto deberá asegurar que el personal responsable de la recolección, procesamiento, análisis, modelación, cuantificación y reporte de datos cuente con la competencia adecuada para las tareas asignadas.

La competencia podrá demostrarse mediante formación técnica o profesional, experiencia relevante, capacitación específica, entrenamiento en uso de instrumentos o experiencia en sistemas tradicionales, comunitarios o locales de gestión del agua, cuando corresponda.

Antes de presentar un reporte de monitoreo o una solicitud de emisión de VWC, el titular del proyecto deberá realizar una revisión interna de la información reportada. Esta revisión deberá verificar, como mínimo:

- (a) cumplimiento de las condiciones de aplicabilidad;
- (b) consistencia entre actividades implementadas y actividades elegibles;
- (c) integridad de la información de línea base;
- (d) consistencia del enfoque de cuantificación aplicado;
- (e) calidad y trazabilidad de los datos;
- (f) correcta aplicación de deducciones;
- (g) ausencia de doble contabilización;
- (h) consistencia entre el reporte de monitoreo, los archivos de cálculo, las bases de datos y la información geoespacial;
- (i) disponibilidad de soportes documentales.

Los hallazgos de la revisión interna y las acciones correctivas aplicadas deberán documentarse.

16.7 Confidencialidad y disponibilidad para evaluación de conformidad

El titular del proyecto podrá clasificar como confidencial la información comercial, contractual, financiera o sensible, conforme a los procedimientos aplicables del BioCarbon Water Standard (BioCarbon Cert, 2026).

No obstante, la información necesaria para evaluar la conformidad del proyecto, demostrar la adicionalidad, reproducir la cuantificación de beneficios hídricos, evaluar fugas, incertidumbre, calidad de datos y cumplimiento metodológico deberá

estar disponible para el Organismo de Evaluación de la Conformidad y para BioCarbon, según corresponda.

La clasificación de información como confidencial no deberá impedir la revisión técnica necesaria para determinar la conformidad del proyecto con esta metodología.

Cuando la información no sea suficiente para reproducir, verificar o evaluar los beneficios hídricos reportados, el volumen correspondiente no podrá ser considerado para la emisión de VWC.

17 Referencias

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

BioCarbon Cert. (2026). Estándar de Agua BioCarbon. Gestión sostenible y conservación de los recursos hídricos. Versión 2.1. BioCarbon Cert.

Dillon, P., Pavelic, P., Page, D., Beringen, H., & Ward, J. (2009). Managed Aquifer Recharge: An Introduction. Waterlines Report Series No. 13. National Water Commission.

Dillon, P., Stuyfzand, P., Grischek, T., Lluria, M., Pyne, R. D. G., Jain, R. C., Bear, J., Schwarz, J., Wang, W., Fernandez, E., Stefan, C., Pettenati, M., van der Gun, J., Sprenger, C., Massmann, G., Scanlon, B. R., Xanke, J., Jokela, P., Zheng, Y., Rossetto, R., Shamrukh, M., Pavelic, P., Murray, E., Ross, A., Bonilla Valverde, J. P., Palma Nava, A., Ansems, N., Posavec, K., Ha, K., Martin, R., & Sapiano, M. (2019). Sixty years of global progress in managed aquifer recharge. *Hydrogeology Journal*, 27, 1–30. <https://doi.org/10.1007/s10040-018-1841-z>

Dunne, T., & Leopold, L. B. (1978). *Water in Environmental Planning*. W. H. Freeman.

Environment Protection Authority Victoria. (2009). *Guidelines for Managed Aquifer Recharge (MAR): Health and Environmental Risk Management*. Publication 1290. EPA Victoria.

Global Water Partnership. (2000). *Integrated Water Resources Management*. TAC Background Paper No. 4. Global Water Partnership.

International Association of Hydrogeologists. (s. f.). Library of MAR water quality policies, regulations and guidelines. IAH Commission on Managing Aquifer Recharge.

International Organization for Standardization. (2019). ISO 19111:2019. Geographic information — Referencing by coordinates. ISO.

Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council, & National Health and Medical Research Council. (2009). Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks. Phase 2C — Managed Aquifer Recharge. National Water Quality Management Strategy.

Reig, P., Larson, W., Vionnet, S., & Bayart, J.-B. (2019). Volumetric Water Benefit Accounting (VWBA): A method for implementing and valuing water stewardship activities. World Resources Institute.

U.S. Army Corps of Engineers. (s. f.). HEC-HMS Hydrologic Modeling System. Hydrologic Engineering Center.

Zheng, Y., Ross, A., Villholth, K. G., & Dillon, P. (Eds.). (2021). Managing Aquifer Recharge: A Showcase for Resilience and Sustainability. UNESCO / International Association of Hydrogeologists.

Historia del Documento

Tipo de documento. Documento metodológico.

Versión	Fecha	Descripción
Borrador para Consulta Pública	21 de julio de 2026	Versión inicial – Consulta pública
Versión 1.0	28 de agosto de 2026	Versión emitida después de la consulta pública. No se recibieron comentarios durante el periodo de consulta.