



aquafides

Norma propietaria

de certificación de huella hídrica

ISO 14046 · AWS · ESRS E3 · GRI 303 · CDP Water

PROTOCOLO AQUAFIDES v3.2

Anexo I

Metodología de cálculo de la huella hídrica

Documento público descargable

Versión 3.2.0 · emitido 15/02/2026

CONTROL DOCUMENTAL

Documento controlado

CÓDIGO

AQF-PROT-v3.2 / ANX-I / 2026

REVISIÓN

v3.2.0

FECHA EMISIÓN

15/02/2026

ESTADO

VIGENTE

PRÓXIMA REVISIÓN

15/02/2027

DERECHOS DE USO

Este documento es la versión pública del Anexo I (Metodología) del Protocolo Aquafides v3.2, norma propietaria de certificación de huella hídrica desarrollada por Aquafides SLU.

El presente documento puede reproducirse, distribuirse y citarse libremente en publicaciones académicas, técnicas, empresariales y divulgativas, siempre con atribución expresa al origen. No se autoriza la modificación ni la creación de obras derivadas. Cláusula equivalente a Creative Commons CC BY-ND 4.0.

Aquafides® es marca registrada. El uso del sello de certificación requiere licencia formal otorgada por Aquafides SLU.

CITA RECOMENDADA

Aquafides (2026). Protocolo Aquafides v3.2 — Anexo I, Metodología. Aquafides SLU. <https://aquafides.org/protocolo>

HISTÓRICO DE VERSIONES

Rev.	Fecha	Descripción del cambio	Estado
v1.0	15/03/2018	Emisión inicial del Protocolo Aquafides	Superada
v2.0	10/03/2022	Incorporación de factor AWARE y huella gris	Superada
v3.0	20/01/2025	Reescritura modular: CORE + módulos compatibles	Superada
v3.1	15/09/2025	Incorporación del módulo M-ESRS E3 (CSR D)	Superada
v3.2.0	15/02/2026	Cobertura simultánea ISO 14046 + AWS + ESRS E3 + GRI 303 + CDP Water	VIGENTE

CONTACTO

Para consultas sobre uso, adaptación o licencia ampliada: info@aquafides.org

AQUAFIDES.ORG

Certificación internacional de Huella Hídrica

ANEXO I

Metodología de cálculo de la huella hídrica

Manual técnico para Asesores y Auditores Aquafides Authorized

Protocolo Aquafides v3.2

Introducción y propósito del Anexo

El presente Anexo desarrolla la metodología técnica de cálculo de la huella hídrica de organizaciones, productos, procesos y servicios bajo el Protocolo Aquafides v3.2. Constituye el manual técnico de referencia para la actuación profesional de los Asesores y Auditores Aquafides Authorized y para la verificación independiente de los expedientes de certificación.

La metodología Aquafides integra y armoniza los enfoques de los principales referentes internacionales — ISO 14046:2014 y Manual Water Footprint Network (Hoekstra et al.) —, los completa con la cuantificación obligatoria del nexus agua-energía y de la huella hídrica indirecta de la cadena de suministro, y produce los KPIs específicos del Protocolo Aquafides aplicables según la tipología y el sector de la organización certificada.

Este Anexo no sustituye al estudio detallado del Manual Water Footprint Network ni de la norma ISO 14046:2014. Asume su conocimiento previo por el profesional Aquafides Authorized y los desarrolla en lo específico del esquema Aquafides.

1. Marco metodológico de referencia

El cálculo se sustenta en cuatro pilares metodológicos integrados:

- ISO 14046:2014 — Estructura de las cuatro fases del estudio: definición del objetivo y alcance; análisis del inventario; evaluación del impacto; interpretación.
- Water Footprint Network (Manual de Hoekstra et al., 2011) — Definición operativa de huella azul, verde y gris, y de los procedimientos de contabilidad.
- Protocolo Aquafides v3.2 — Cuantificación adicional del nexus agua-energía (Requisito 4.12), inventario de huella indirecta de cadena de valor (Requisito 4.13) y análisis territorial vinculado a estrés hídrico de cuenca (Requisito 4.14).
- Marcos de referencia para divulgación: ESRS E3 (Reglamento Delegado UE 2023/2772), GRI 303 (2018), AWS Standard v2.0 y CDP Water Security.

2. Definición del objetivo y alcance del estudio

2.1 Objetivo

El objetivo del estudio se define en el momento de la inscripción del expediente y se concreta en la documentación inicial: certificar el cumplimiento por la organización de los requisitos del Protocolo Aquafides v3.2 en relación con el alcance específicamente declarado.

2.2 Alcance temporal

El periodo de evaluación es de un (1) año natural completo, salvo justificación motivada documentada en el expediente. Cuando la actividad de la organización sea estacional, el alcance temporal cubrirá el ciclo operativo completo.

2.3 Alcance geográfico y territorial

El alcance geográfico identifica todas las instalaciones físicas incluidas en el certificado, con su ubicación exacta y su asignación a cuenca hidrográfica conforme a las fuentes oficiales del Requisito 4.14.

2.4 Unidad funcional

La unidad funcional es el referente cuantitativo respecto al cual se reportan los KPIs hídricos. Se selecciona en función de la tipología y del sector de la organización conforme al Manual Operativo Sectorial Aquafides aplicable. A título orientativo:

Sector	Tipología	Unidad funcional típica
Hotelería	SP	L/estancia · L/huésped · L/m ² construido
Restauración	SP	L/cubierto servido
Agroalimentario (producción)	SP	L/kg producto · L/L bebida
Industria manufacturera	SP	L/unidad de producto
Lavandería industrial	SP	L/kg ropa procesada
Distribución mayorista	CS	L/€ facturado · L/m ² almacén
Distribución minorista	CS	L/€ facturado · L/cliente
Administración municipal	AP	L/habitante·año
Comunidad de regantes	AP	L/ha cultivada · L/m ³ aplicado
Centros sanitarios	SP	L/estancia paciente
Educación y deporte	SP	L/usuario·día

3. Inventario de huella hídrica directa

3.1 Estructura del inventario

El inventario diferencia los flujos hídricos según los criterios homologados por GRI 303 (2018) y CDP Water Security:

- Por origen del agua extraída: red pública municipal · agua superficial (ríos, lagos) · agua subterránea (pozos, sondeos) · agua de mar tratada · agua pluvial captada · agua regenerada · agua de terceros.
- Por destino del agua vertida: red pública de saneamiento · agua superficial · agua subterránea · agua de mar · terceros sin tratamiento adicional · reutilización interna.
- Por uso operativo: producción · refrigeración · ACS · sanitario · limpieza · riego · piscinas y SPA · climatización · otros.

3.2 Frecuencia mínima de medición

La frecuencia mínima de medición y registro de cada flujo hídrico es mensual, conforme al Requisito 4.3 del Protocolo, salvo justificación motivada para procesos discontinuos o estacionales que admitan otra resolución temporal sin pérdida sustancial de información.

3.3 Cálculo de huella hídrica azul

$$\text{Huella Azul (m}^3\text{)} = \Sigma \text{ Volumen Extraído} - \Sigma \text{ Volumen Devuelto a la misma cuenca con la misma calidad y en el mismo periodo}$$

La huella hídrica azul corresponde al volumen neto de agua dulce superficial o subterránea extraída del sistema y no devuelta al mismo origen en el mismo periodo. Incluye agua incorporada al producto, agua evaporada y agua transferida a otra cuenca o devuelta con calidad alterada.

3.4 Cálculo de huella hídrica verde

$$\text{Huella Verde (m}^3\text{)} = \Sigma \text{ Evapotranspiración productiva del cultivo o vegetación gestionada, durante el periodo de evaluación}$$

Aplicable principalmente en organizaciones agrícolas y ganaderas. La evapotranspiración productiva se calcula mediante modelos agrohidrológicos validados (CROPWAT de FAO, AquaCrop, o equivalente) a partir de datos climáticos del territorio y características del cultivo.

3.5 Cálculo de huella hídrica gris

$$\text{Huella Gris (m}^3\text{)} = L \cdot (c_{\text{eff}} - c_{\text{nat}})^{-1}$$

Donde:

- L (kg/año) = carga contaminante vertida en el periodo, para el contaminante crítico identificado.
- c_{eff} (kg/m³) = concentración máxima permitida del contaminante en el cuerpo receptor según normativa ambiental aplicable.
- c_{nat} (kg/m³) = concentración natural de fondo del contaminante en el cuerpo receptor.

Cuando exista más de un contaminante relevante, la huella gris se calcula para el contaminante crítico (el que arroja mayor volumen de dilución requerido). Se documenta el conjunto de contaminantes evaluados.

4. Cuantificación del nexus agua-energía (Requisito 4.12)

4.1 Energía térmica neta para producción de agua caliente sanitaria (ACS)

$$Q \text{ (kWh)} = m \cdot c_p \cdot \Delta T / 3600$$

Donde:

- m (kg) = masa de agua a calentar (1.000 kg por m^3 , dado que la densidad del agua es prácticamente constante en el rango 15-60 °C).
- c_p (kJ/(kg·K)) = calor específico del agua = 4,186 kJ/(kg·K).
- ΔT (K o °C) = incremento de temperatura. Por defecto, $\Delta T = 60 - 15 = 45$ K, conforme al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y a la práctica habitual en el sector hotelero peninsular.

Resultado de referencia: para $\Delta T = 45$ K, Q neta = 52,3 kWh por m^3 de ACS.

4.2 Energía primaria según equipo de generación

$$E_{\text{primaria}} \text{ (kWh)} = Q \text{ (kWh)} / \eta \quad (\text{sistemas de combustión})$$

$$E_{\text{eléctrica}} \text{ (kWh)} = Q \text{ (kWh)} / \text{COP} \quad (\text{aeroterminia y bomba de calor})$$

Rendimientos estacionales de referencia:

- Caldera de gas natural de condensación: $\eta = 0,95$.
- Caldera de gas natural estándar: $\eta = 0,88$.
- Caldera de gasóleo: $\eta = 0,85$.
- Termo eléctrico por resistencia: $\eta = 0,95$.
- Aeroterminia (bomba de calor agua-aire): COP = 3,0 a 4,0 (referencia 3,5).
- Solar térmica: aporte gratuito hasta el porcentaje de cobertura de la instalación, complementado por sistema de apoyo.
- Calor de distrito: $\eta = 0,90$ (incluye pérdidas de red de distribución).

4.3 Factores de emisión asociados al consumo energético

Los factores de emisión empleados para cuantificar la huella de carbono asociada al consumo energético del ciclo del agua son los publicados oficialmente por el organismo de referencia del territorio. En España:

- Gas natural: 0,202 kgCO₂eq/kWh PCI (MITECO – Inventario nacional de GEI).
- Gasóleo C: 0,267 kgCO₂eq/kWh PCI (MITECO).
- Mix eléctrico nacional: factor anual publicado por Red Eléctrica de España (REE), referencia 0,150 kgCO₂eq/kWh para el ejercicio 2024.
- Mix eléctrico — comercializadora estándar: rango 0,16 - 0,32 kgCO₂eq/kWh según etiquetado CNMC.
- Mix eléctrico — origen 100 % renovable certificado: 0,000 kgCO₂eq/kWh.

4.4 KPIs del nexus agua-energía

- kWh por m^3 de ACS producido.
- kWh por m^3 total de agua consumida.
- € de coste energético por m^3 de agua.

- kgCO₂eq por m³ de agua.
- % de la factura energética total imputable al ciclo del agua.

5. Cuantificación de la huella hídrica indirecta (Requisito 4.13)

5.1 Identificación del top diez de proveedores hídricamente intensivos

La organización identifica documentalmente los diez (10) proveedores con mayor volumen anual de gasto en bienes y servicios hídricamente intensivos. La identificación se realiza mediante cruce de la facturación anual con la categorización sectorial del Anexo II del presente Protocolo.

5.2 Estimación de la huella indirecta por categoría de producto

Cuando el proveedor no pueda aportar datos verificables de huella hídrica de los productos suministrados, se aplican los factores de referencia sectoriales validados por Aquafides. A título orientativo (litros de agua virtual por kilogramo de producto, valores consolidados de literatura internacional):

Producto	Huella hídrica (L/kg o L/L)
Carne de vacuno	≈ 15.400 L/kg
Carne de cordero	≈ 8.700 L/kg
Carne de cerdo	≈ 6.000 L/kg
Carne de pollo	≈ 4.300 L/kg
Pescado de acuicultura	≈ 3.000 L/kg
Queso	≈ 5.000 L/kg
Leche de vaca	≈ 1.020 L/L
Huevos	≈ 3.300 L/kg
Café tostado	≈ 18.900 L/kg
Vino	≈ 870 L/L
Aceite de oliva	≈ 14.500 L/kg
Pan / cereales	≈ 1.600 L/kg
Hortalizas (media)	≈ 320 L/kg
Fruta (media)	≈ 960 L/kg
Algodón (textil)	≈ 10.000 L/kg

Fuente principal: Mekonnen, M. M. & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrology and Earth System Sciences. Datos consolidados y armonizados por Water Footprint Network. Aquafides actualiza estos factores anualmente conforme a las publicaciones científicas más recientes.

5.3 Cálculo agregado y reporte

La huella hídrica indirecta total de la organización se calcula como la suma de las huellas atribuibles a cada categoría de producto y servicio adquirido durante el periodo de evaluación. Se reporta separadamente la huella indirecta de la huella directa, evitando duplicidades en la asignación, y conforme a los principios de transparencia y trazabilidad del Protocolo.

6. Análisis territorial y vinculación con estrés hídrico (Requisito 4.14)

Para cada instalación incluida en el alcance certificado, se determina la categoría de estrés hídrico de su cuenca de pertenencia conforme al WRI Aqueduct Water Risk Atlas (versión vigente) y a los planes hidrológicos de la administración competente.

- Categoría 1 — Low water stress.
- Categoría 2 — Low to medium water stress.
- Categoría 3 — Medium to high water stress.
- Categoría 4 — High water stress.
- Categoría 5 — Extremely high water stress.

La organización reporta separadamente los volúmenes de extracción, vertido y consumo correspondientes a las instalaciones ubicadas en categorías 4 y 5, conforme a los requisitos de divulgación de ESRS E3 y CDP Water Security.

7. Interpretación de resultados y reporte

La fase de interpretación traduce los resultados cuantitativos del inventario y de la evaluación de impacto en hallazgos accionables para la organización. Se concretan en el Informe de Auditoría conforme al artículo 6.5 del Protocolo, con los siguientes contenidos mínimos:

- Huella hídrica total de la organización para el periodo de evaluación, desglosada en componentes azul, verde y gris.
- KPIs hídricos sectoriales de la unidad funcional aplicable, comparados con benchmarks Aquafides del sector.
- Cuantificación del nexus agua-energía y huella de carbono asociada.
- Inventario de huella indirecta y porcentaje de proveedores Aquafides Recognized Supplier.
- Análisis territorial con identificación de instalaciones en categorías 4 y 5 de estrés hídrico.
- Tabla de equivalencias con los marcos internacionales conforme al artículo 6.10 (cobertura umbrella).
- Recomendaciones técnicas para el Plan de Reducción de Huella Hídrica.

8. Calidad de los datos y trazabilidad

Conforme al Principio Rector 5 del Protocolo (Integridad y trazabilidad de los datos), todos los datos empleados en el cálculo deben provenir de fuentes verificables y trazables hasta su origen. La calidad de los datos se categoriza, conforme a las buenas prácticas de la metodología WFN, en:

- Datos primarios (Tier 1) — medidos directamente en la instalación de la organización mediante instrumentación calibrada.
- Datos secundarios documentados (Tier 2) — facturas, partes de mantenimiento, registros del sistema de gestión, publicaciones técnicas o bases de datos sectoriales validadas.
- Datos estimados con factores de referencia (Tier 3) — cuando no exista dato primario ni secundario disponible. Se aplican los factores de la presente metodología, declarándose explícitamente la categoría Tier 3.

El Informe de Auditoría declara la categoría de los datos empleados para cada cifra reportada. Se prioriza el uso de datos Tier 1 y Tier 2; el uso de datos Tier 3 debe ser justificado y, cuando supere el 30 % del cálculo agregado, motivado en el expediente como área de mejora del siguiente trienio.

9. Bibliografía y referencias técnicas

- ISO (2014). ISO 14046:2014 — Environmental management. Water footprint. Principles, requirements and guidelines. International Organization for Standardization.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M. & Mekonnen, M. M. (2011). The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard. Earthscan, London.
- Mekonnen, M. M. & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrology and Earth System Sciences, 15, 1577–1600.
- European Commission (2023). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2772 — European Sustainability Reporting Standards (ESRS), incluido ESRS E3 Water and marine resources.
- GRI (2018). GRI 303: Water and Effluents. Global Reporting Initiative.
- AWS (2019). AWS International Water Stewardship Standard v2.0. Alliance for Water Stewardship.
- CDP (2024). CDP Water Security Questionnaire and Reporting Guidance. CDP Worldwide.
- WRI (2024). Aqueduct Water Risk Atlas, versión 4.0. World Resources Institute.
- MITECO. Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, edición vigente.
- REE. Información del mix eléctrico nacional, datos públicos. Red Eléctrica de España.

— Fin del Anexo I —