



LIFE Svolta Blu

Sistema volontario di
crediti per promuovere il
risparmio e la
conservazione dell'acqua

101157983 – LIFE23-GIC-IT-LIFESVOLTABLU



**Cofinanziato
dall'Unione europea**

**D1.2
La
certificazione
dell'impronta
idrica:
literature
review, analisi
di casi e
individuazione
di criteri guida**

Informazioni sul documento

Deliverable	D1.2
WP	1
Tipo	R - Document, Report
Beneficiario Responsabile	CSQA
Autori	CSQA
Revisori	<i>Federica Piccolo, EPC – European Project Consulting</i> (www.epcsrl.eu) Paolo Ronco, ViAcqua
Versione	1
Scadenza	M10 (31 Luglio 2025)
Data Consegna	29/07/2025
Livello di Disseminazione	PU - Public



Publishable Abstract in English

Water is a fundamental yet limited and unevenly distributed natural resource, increasingly threatened by demographic growth, climate change, and unsustainable consumption. A sustainable and integrated approach to water management is essential for the long-term resilience of ecosystems and societies. Within this framework, measuring water use—particularly by productive sectors—through water footprint methodologies has become a key tool for promoting responsible resource management.

This deliverable presents a comprehensive review of the main water footprint assessment methods, with a particular focus on the Water Footprint Assessment (WFA) developed by the Water Footprint Network and the international standard ISO 14046:2014. Both methodologies are rooted in life cycle thinking, but differ significantly in their scope, objectives, and methodological rigor. While the WFA takes a broader approach, encompassing social and economic dimensions, ISO 14046 provides a more structured and internationally recognized framework for evaluating the environmental impacts of water use. These approaches, while distinct, are complementary and can be integrated to offer a more robust understanding of water sustainability.

The report also includes a systematic review of eight major voluntary initiatives related to water management. These initiatives span regulatory standards, certification frameworks, methodological approaches, and risk assessment tools. The analysis highlights the diverse purposes and applications of each initiative and identifies key insights for designing a water credit system within the LIFE Svolta Blu project.

The findings from the review of voluntary water management initiatives reveal several important insights that will inform the next stages of the project. These insights include the critical importance of incorporating water risk assessments, the need for continuous monitoring, and the relevance of maintaining water quality standards. Additionally, a solid methodological framework is essential for ensuring the system's transparency and scientific credibility. The possibility of third-party verification will further enhance trust in the system's robustness. Together, these findings provide key inputs that can guide the development of a practical, transparent, and reliable water credit system for the LIFE Svolta Blu project.



Questo documento è una Deliverable del progetto LIFE Svolta Blu, finanziato dall'Unione Europea con il GA 101157983 – LIFE-GIC-IT-LIFESVOLTABLU.

Le opinioni e i punti di vista espressi sono esclusivamente quelli dell'autore(i) e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione Europea o di CINEA. Né l'Unione Europea né CINEA possono essere ritenuti responsabili di tali contenuti.



INDICE

INTRODUZIONE	5
Deliverable Overview.....	5
Obiettivo e framework metodologico.....	5
Contesto	6
CAPITOLO 1: IMPONTA IDRICA	8
Evoluzione del concetto di impronta idrica	8
Water footprint secondo la Water Footprint Network.....	10
Water Footprint secondo la norma ISO 14046.....	17
Metodologie a confronto.....	22
CAPITOLO 2: GESTIONE VOLONTARIA DELLA RISORSA: INIZIATIVE ED ENTI	26
Water Risk Filter (WRF) - World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)	26
Aqueduct - World Resources Institute (WRI)	28
Collecting the Drops - Global Environmental Management Initiative (GEMI)	31
Standard GRI 303: Acqua e scarichi idrici - Global Reporting Iniziative(GRI)	33
Alliance for Water Stewardship Standard - Alliance for Water Stewardship (AWS).....	36
Water Footprint Assessment - Water Footprint Network	39
ISO 14046:2014 - International Organization for Standardization (ISO)	42
Certificazione Goccia Verde - ANBI	45
CAPITOLO 3: DISCUSSIONE	48
Confronto delle iniziative.....	48
Input per il progetto	52
3.1 Analisi delle iniziative	52
3.2 Analisi degli strumenti di valutazione dell'impronta idrica	54
CAPITOLO 4: CONCLUSIONI.....	57
Bibliografia.....	60

INTRODUZIONE

Deliverable Overview

Il presente documento è stato redatto da *Spinlife S.r.l.*, spin-off dell'Università degli Studi di Padova, su incarico di *CSQA Certificazioni S.r.l.*. Il report costituisce la Deliverable D1.2, intitolata *“Analisi di letteratura e benchmark a livello nazionale e internazionale dei metodi di stima dell'impronta”*, nell'ambito del progetto LIFE Svolta Blu.

L'elaborato è stato sviluppato nel periodo novembre 2024 – luglio 2025 e corrisponde alla Task 1.2, dedicata all'analisi bibliografica, parte integrante delle attività previste all'interno del Work Package 1.

Obiettivo e framework metodologico

Il presente report ha l'obiettivo di condurre una disamina relativa ai metodi di valutazione dell'impronta idrica, quale elemento di misura in un sistema di scambio di crediti idrici.

L'attività si è articolata a partire dalla definizione del concetto di impronta idrica, per poi proseguire con l'identificazione e la classificazione degli strumenti attualmente disponibili per la sua stima. Oltre ai metodi di calcolo specifici, sono stati presi in considerazione anche strumenti volontari di gestione e monitoraggio della risorsa idrica, al fine di offrire una visione più ampia e integrata delle iniziative esistenti a livello internazionale. Tali strumenti sono stati analizzati secondo criteri predefiniti, con l'obiettivo di ricavare elementi utili per orientare le successive fasi progettuali, in particolare per la definizione di un sistema di scambio di crediti idrici.

L'analisi è stata guidata dalle seguenti domande di ricerca:

- Come si definisce il concetto di impronta idrica?
- Qual è stato il percorso evolutivo di tale concetto nel tempo?
- Quali metodi esistono per valutare la risorsa idrica e quali caratteristiche presentano?
- Quali strumenti volontari di gestione della risorsa idrica sono attualmente disponibili?
- Quali input, derivanti da questa analisi, possono risultare utili ai fini dello sviluppo del progetto?

A partire da queste domande è stata condotta un'analisi sistematica della letteratura, focalizzata sugli strumenti volontari di gestione della risorsa idrica sviluppati da enti riconosciuti a livello internazionale. Sono stati esclusi strumenti riferiti a contesti locali o settoriali non coerenti con gli obiettivi del progetto. Gli strumenti selezionati sono stati analizzati e confrontati in modo strutturato secondo una griglia di criteri. Particolare attenzione è stata dedicata alla definizione del concetto di impronta idrica e agli strumenti metodologici per la sua stima.

Il report è strutturato in più sezioni. Dopo un'introduzione generale al tema della risorsa idrica, che ne inquadra le criticità e la necessità di una gestione sostenibile, il primo capitolo affronta l'evoluzione del concetto di impronta idrica, presentando le principali definizioni e metodologie attualmente disponibili. Il secondo capitolo si concentra sull'analisi dei principali strumenti volontari di gestione della risorsa idrica, presentandoli in modo sistematico. Il terzo capitolo è

dedicato alla discussione, includendo un confronto tra i metodi di stima dell'impronta idrica e una valutazione comparativa degli strumenti di gestione volontaria. Da queste analisi emergono indicazioni utili per l'impostazione delle successive fasi progettuali. Il report si conclude con una sintesi dei risultati e con alcune considerazioni conclusive.

Le evidenze raccolte costituiscono una base solida per orientare lo sviluppo delle attività future e per la definizione di un sistema di crediti idrici coerente con le migliori pratiche internazionali e con le esigenze specifiche del contesto nazionale.

Contesto

L'acqua è una risorsa naturale fondamentale per la sopravvivenza degli ecosistemi, la salute umana e lo sviluppo economico. È parte essenziale per i cicli biologici, agricoli e industriali e svolge un ruolo centrale in quasi ogni aspetto della vita sul pianeta. Tuttavia, nonostante la sua apparente abbondanza, solo una minima parte dell'acqua presente sulla Terra è disponibile e accessibile per l'uso umano. Infatti, nonostante il 71% della superficie terrestre sia coperta d'acqua, il 97% di questa è salata e non direttamente utilizzabile senza processi di desalinizzazione (Ahuja, 2009). **Solo il 3% del totale è costituito da acqua dolce, e di questa appena lo 0,06% è realmente accessibile**, poiché il resto è intrappolato in ghiacciai, calotte polari o depositi sotterranei profondi (Ahuja, 2009; Rijsberman, 2006). I laghi e i fiumi, che costituiscono le principali fonti idriche superficiali, rappresentano solo lo 0,3% dell'acqua dolce globale (El-Ghonemy, 2012; El-Dessouky et al., 2002) mentre **le acque sotterranee, sebbene meno visibili, costituiscono circa il 99% dell'acqua dolce liquida disponibile** (El-Ghonemy, 2012). Queste ultime sono fondamentali per miliardi di persone, in particolare nelle aree prive di risorse superficiali, e rappresentano una risorsa strategica soprattutto per l'irrigazione agricola, che ne assorbe oltre il 70% dei prelievi globali (Misstear et al., 2017).

In aggiunta, **nonostante l'acqua sia una risorsa rinnovabile, non è illimitata**. Il ciclo idrologico naturale, attraverso processi di evaporazione, condensazione, precipitazione e infiltrazione, regola il movimento e il rinnovo dell'acqua. Tuttavia, nelle aree urbane questo ciclo è spesso alterato dalle attività antropiche: prelievi intensivi, reti inefficienti, scarichi non trattati e impermeabilizzazione del suolo compromettono la qualità e la disponibilità delle risorse idriche, mettendo sotto pressione gli ecosistemi.

Inoltre, **la distribuzione dell'acqua dolce è altamente disomogenea sia nello spazio che nel tempo**. Alcune regioni godono di abbondanti risorse, mentre altre affrontano carenze strutturali. Secondo i dati del *SDG 6 Data Portal* delle Nazioni Unite, aree come il Sud America e il Canada dispongono di elevate risorse idriche pro capite, mentre zone dell'Africa subsahariana, del Medio Oriente e dell'Asia meridionale registrano disponibilità inferiori a 1.000 m³ per abitante all'anno, soglia indicativa di stress idrico severo (United Nations, 2025). Tali squilibri alimentano la competizione tra settori (agricolo, industriale, domestico) e rendono evidenti due tipologie principali di scarsità: quella fisica, dovuta all'insufficienza effettiva delle risorse, e quella economica, legata all'inadeguatezza delle infrastrutture e dei mezzi per accedervi.

Diversi fattori concorrono all'intensificarsi della **crisi idrica globale**. La crescita demografica, con una popolazione prevista in aumento da 7,7 miliardi nel 2017 a oltre 10 miliardi entro il 2100 (UNWWD, 2018) e l'espansione urbana comportano un aumento dei consumi e una maggiore pressione sui sistemi idrici (Haddout et al., 2020). Il cambiamento degli stili di vita e l'aumento dei prelievi idrici accentuano il fenomeno, che interessa oggi già oltre due miliardi di

persone e potrebbe coinvolgerne fino a 3,2 miliardi entro il 2050 (Roaf et al., 2005; Moe & Rheingans, 2006). **Il cambiamento climatico aggrava ulteriormente la situazione**, attraverso l'aumento delle temperature globali, la salinizzazione delle falde e la crescente frequenza di eventi meteorologici estremi, come siccità e inondazioni, che compromettono la ricarica delle riserve idriche e aumentano la loro instabilità (Ashraf et al., 2009; van Vliet et al., 2017).

Oltre all'impatto ambientale e sociale, **la scarsità d'acqua rappresenta una minaccia crescente anche per il sistema economico e per il settore produttivo**. Le imprese si trovano a dover gestire rischi fisici (legati alla disponibilità di risorse), rischi normativi e di conformità, rischi reputazionali e rischi finanziari dovuti all'aumento dei costi e alla possibile riduzione dei ricavi. Il *Global Risks Report 2025* del World Economic Forum evidenzia che nei prossimi dieci anni i rischi ambientali, in particolare eventi meteorologici estremi, perdita di biodiversità, cambiamenti nei sistemi terrestri e scarsità di risorse, saranno percepiti come le principali minacce a livello globale, superando anche i rischi geopolitici e tecnologici (Hoekstra et al., 2011).

In questo contesto, è essenziale adottare un approccio integrato e sostenibile alla gestione delle risorse idriche. La conservazione degli ecosistemi, l'uso efficiente dell'acqua, il miglioramento delle infrastrutture, l'adozione di tecnologie innovative e la promozione del riuso e del trattamento delle acque reflue sono elementi chiave per garantire un approvvigionamento sicuro e duraturo. La gestione sostenibile dell'acqua è al centro dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, in particolare attraverso l'Obiettivo 6 (acqua pulita e servizi igienico-sanitari) e l'Obiettivo 13 (lotta al cambiamento climatico), che costituiscono risposte concrete alle pressioni sempre più evidenti sui sistemi idrici globali.

Garantirne l'accesso equo e sostenibile è una priorità imprescindibile per la resilienza ambientale, economica e sociale delle generazioni presenti e future.

In conclusione, la tutela della risorsa idrica richiede un impegno collettivo, un'efficace governance, investimenti mirati e soluzioni basate sull'innovazione e sull'inclusività.

CAPITOLO 1: IMPRONTA IDRICA

Evoluzione del concetto di impronta idrica

Negli ultimi decenni, il crescente interesse scientifico e politico per le dinamiche legate all'uso, alla scarsità e all'inquinamento della risorsa idrica ha condotto allo sviluppo di nuovi strumenti concettuali e metodologici per la sua valutazione. Tra questi, uno dei più significativi è il concetto di **Water Footprint (WF)**. Il termine fu introdotto nel 2002 da Arjen Y. Hoekstra per analizzare l'uso diretto e indiretto dell'acqua dolce lungo le catene di produzione e consumo.

Il concetto di impronta idrica nasce come evoluzione di un'idea preesistente, quella di acqua virtuale (virtual water, VW), proposta nel 1993 dal geografo britannico John Anthony Allan (Allan, 1998). La **virtual water** rappresenta il volume di acqua dolce utilizzata, direttamente e indirettamente, per produrre beni e servizi, lungo l'intera catena produttiva. Il termine "virtuale" indica che l'acqua impiegata nei processi produttivi non è fisicamente contenuta nel prodotto finale, ma è comunque necessaria alla sua realizzazione (Hoekstra, 2008). Questo concetto ha avuto un impatto rilevante, poiché ha evidenziato come il commercio internazionale comporti anche flussi impliciti di acqua dolce tra paesi, influenzando le dinamiche globali di gestione della risorsa idrica (Allan, 1998; Hoekstra & Chapagain, 2007).

Partendo da questa prospettiva, Hoekstra e Chapagain hanno elaborato il concetto di **impronta idrica**, definendolo come **"un indicatore dell'acqua dolce che considera non solo l'uso diretto dell'acqua da parte di un consumatore o produttore, ma anche l'uso indiretto"** (Hoekstra et al., 2011, p. 2). Questo approccio consente di stimare in modo più completo l'appropriazione delle risorse idriche, andando oltre il semplice prelievo misurabile. L'adozione di questo concetto ha inizialmente suscitato dibattito, poiché sfidava la tradizionale visione della gestione idrica, storicamente focalizzata sull'allocazione diretta della risorsa. L'idea di attribuire una responsabilità anche agli utilizzatori indiretti dell'acqua, come i consumatori finali, ha rappresentato una rottura concettuale. Tuttavia, ha permesso di aprire la strada a una valutazione più olistica e globale, considerando i flussi nascosti di acqua tra le economie, i mercati e le società (Hoekstra & Chapagain, 2008).

La valutazione dell'impronta idrica si fonda su quattro principi fondamentali (Hoekstra, 2017):

1. *L'acqua dolce è una risorsa globale*: le persone consumano indirettamente acqua proveniente da altre regioni del mondo tramite il commercio internazionale (Allan, 2001; Hoekstra, 2013).
2. *I tassi di rinnovo dell'acqua dolce sono limitati*: pur essendo rinnovabile, l'acqua non è infinita, e il suo uso deve essere inquadrato entro i limiti planetari.
3. *Approccio basato sul ciclo di vita*: per comprendere gli impatti del consumo umano sull'ambiente, è necessario considerare le intere catene di fornitura e i cicli di vita dei prodotti, in linea con la logica del ciclo di vita (LCA - Life Cycle Assessment).
4. *Classificazione in acqua blu, verde e grigia*: per una rappresentazione più completa dell'uso idrico, la WF distingue tre componenti dell'acqua dolce, approfondite nei capitoli successivi.

La prima fase dello sviluppo metodologico di questo novo concetto si concentrò su applicazioni quantitative, come il calcolo delle WFs delle colture, il commercio internazionale di VW e i bilanci nazionali di uso dell'acqua (Hoekstra & Hung, 2002).

Tuttavia, a partire dal 2008, emerse la necessità di superare la mera quantificazione e sviluppare un metodo più robusto per supportare decisioni ambientali, sociali e politiche. Questo portò alla formulazione di un approccio strutturato e condiviso, formalizzato nel **Water Footprint Assessment Manual** pubblicato dal Water Footprint Network nel 2011 (Hoekstra et al., 2011). Il manuale fornisce un quadro metodologico completo per la quantificazione, l'allocazione e la valutazione di sostenibilità delle impronte idriche.

L'adozione crescente del concetto di impronta idrica a livello scientifico, istituzionale e aziendale, unita alla rilevanza crescente della risorsa idrica tra le priorità ambientali globali, ha portato alla richiesta di uno standard internazionale per garantire coerenza, comparabilità e trasparenza delle valutazioni. Questo, inoltre, si andò a sommare alla tendenza, nata nel campo dell'LCA di focalizzarsi su specifiche tematiche ambientali – come i cambiamenti climatici o la scarsità idrica – richiedendo metodologie dedicate, allineate alla struttura normativa ISO (in particolare ISO 14040 e 14044).

In risposta a queste esigenze, **nel 2014 è stata pubblicata la norma ISO 14046:2014, aggiornata successivamente nel 2016.** Questa norma rappresenta l'approccio standardizzato, riconosciuto a livello internazionale, per la valutazione dell'impronta idrica. La ISO 14046 definisce l'impronta idrica come una categoria di impatto ambientale all'interno dell'LCA, includendo sia l'uso dell'acqua (in termini quantitativi) che gli effetti potenziali sull'ambiente, come la degradazione degli ecosistemi o la diminuzione della disponibilità per altri utenti.

È importante sottolineare che nonostante si parli in entrambi i casi di “impronta idrica” le due metodologie sono diverse. Entrambi i metodi condividono l'obiettivo di fornire una valutazione completa dell'uso idrico, ma si distinguono per finalità, struttura metodologica e campo di applicazione. In particolare, mentre la WFA è uno strumento a sé stante, centrato sulla gestione della risorsa idrica, la ISO 14046 si integra nella cornice dell'LCA e utilizza modelli matematici per stimare le conseguenze ambientali potenziali dell'uso dell'acqua. Insieme, rappresentano le due principali direttrici di evoluzione del concetto di impronta idrica: una orientata alla gestione delle risorse idriche globali, l'altra alla valutazione dell'impatto ambientale all'interno del ciclo di vita dei prodotti. Nei prossimi capitoli verranno spiegate nel dettaglio le due metodologie ed evidenziati i punti comuni e le differenze.

Water footprint secondo la Water Footprint Network

Il concetto di Water Footprint (impronta idrica) è stato introdotto nel 2002 da Arjen Y. Hoekstra e dal suo gruppo di ricerca dell'Università di Twente, nei Paesi Bassi, con l'obiettivo di valutare l'utilizzo delle risorse idriche in un'ottica sistemica e globale. La definizione concettuale e metodologica dell'impronta idrica è stata formalizzata nel *Water Footprint Assessment Manual* (Hoekstra et al., 2011), sviluppato dal Water Footprint Network (WFN), un'organizzazione non governativa fondata nel 2008 per promuovere l'applicazione e il miglioramento di tale approccio.

La Water Footprint Network è una rete multi-stakeholder senza scopo di lucro che si propone di favorire una transizione verso un uso sostenibile, equo ed efficiente dell'acqua dolce a livello mondiale. Le sue attività principali (WFN, 2025) comprendono:

1. la promozione dell'educazione, della ricerca e della comunicazione sul concetto di impronta idrica e sulla gestione sostenibile della risorsa idrica;
2. lo sviluppo e l'aggiornamento dello standard metodologico internazionale per la valutazione dell'impronta idrica, incluso lo sviluppo di strumenti pratici per la sua quantificazione e riduzione;
3. il coordinamento di una rete globale di partner (governi, imprese, investitori, istituzioni, ONG) impegnati nella riduzione dell'impronta idrica e nell'attuazione di strategie di gestione sostenibile.

In questo contesto, il WFN si impegna a trasformare la crescente consapevolezza riguardo all'impronta idrica in azioni concrete per la sostenibilità, offrendo competenze avanzate nella valutazione dell'impronta idrica e collaborando con vari attori globali per implementare soluzioni pratiche che promuovano una gestione idrica più responsabile e giusta a livello mondiale.

Definizione di Water Footprint

Secondo la definizione ufficiale proposta dalla WFN, la Water Footprint è “un indicatore dell'uso dell'acqua dolce che considera non solo l'uso diretto da parte di un consumatore o produttore, ma anche quello indiretto” (Hoekstra et al., 2011). L'uso dell'acqua include sia il volume consumato, ovvero non restituito al bacino di origine, sia quello inquinato, ovvero che non è più immediatamente disponibile nel suo stato originario. In questo senso, la WF rappresenta un indicatore dell'interferenza umana nel ciclo idrologico e permette di analizzare l'uso della risorsa lungo l'intera filiera di produzione e consumo.

L'impronta idrica può essere calcolata a diversi livelli: processo, prodotto, impresa, individuo, comunità, nazione o area geografica. Le valutazioni a scala superiore si costruiscono come somma aggregata delle impronte idriche di livello inferiore, includendo sia le fasi di approvvigionamento sia quelle di utilizzo e consumo (*Figura 1*). In tal modo, è possibile tracciare con precisione i flussi globali di acqua virtuale e analizzare le pressioni idriche connesse a determinati modelli di consumo o produzione.

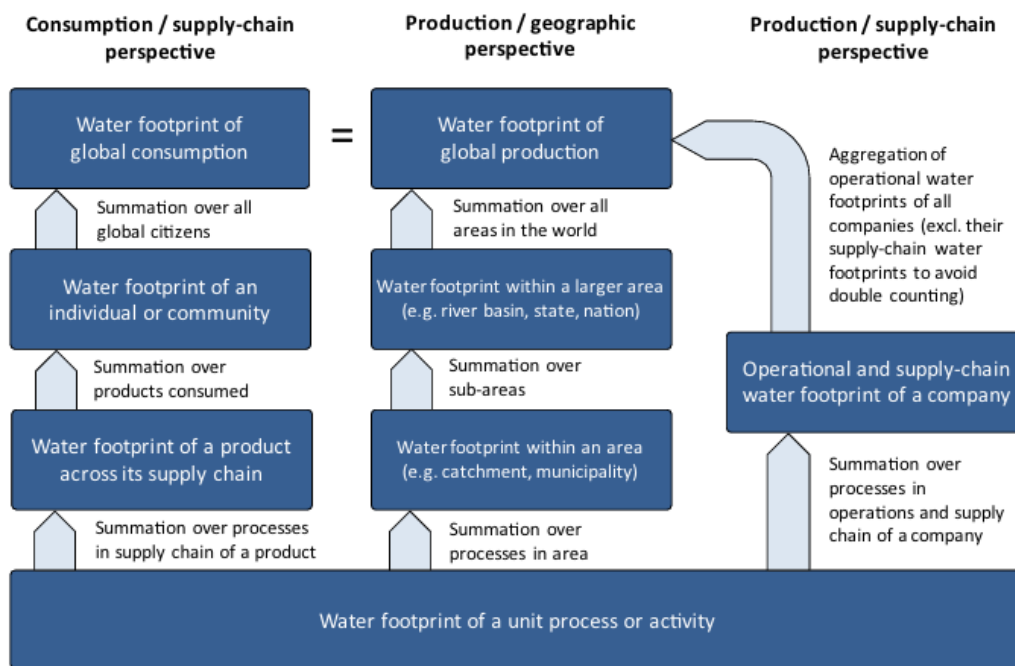


Figura 1: Le impronte idriche di singoli processi o attività formano i mattoni di base per l'impronta idrica di un prodotto, di un consumatore o di un produttore o per l'impronta all'interno di una determinata area geografica. Fonte: Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard, 2016.

L'impronta idrica, dunque, può essere considerato un indicatore completo e multidimensionale. Completo in quanto supera la tradizionale e limitata misura di prelievo d'acqua, integrando il concetto di ciclo di vita. Multidimensionale in quanto si riferisce non solo al volume di acqua usato, ma anche al tipo di acqua usato, con la specifica di dove e quando l'acqua viene utilizzata.

Un aspetto fondamentale nel concetto di impronta idrica è che il consumo idrico è valutato su tre componenti: acqua blu, verde e grigia e l'impronta idrica totale si costituisce della somma delle singole componenti, come illustrato in Figura 2. .

Nel dettaglio:

- **Water footprint blu:** volume di acqua dolce prelevata da fonti superficiali o sotterranee e non restituita al bacino originario (es. evaporazione, incorporazione nei prodotti, scarico in altro bacino o in mare);
- **Water footprint verde:** quantità di acqua piovana utilizzata in modo efficace dalla vegetazione e non trasformata in ruscellamento;
- **Water footprint grigia:** volume di acqua necessario per diluire e assimilare gli inquinanti scaricati nei corpi idrici, nel rispetto di standard ambientali definiti.

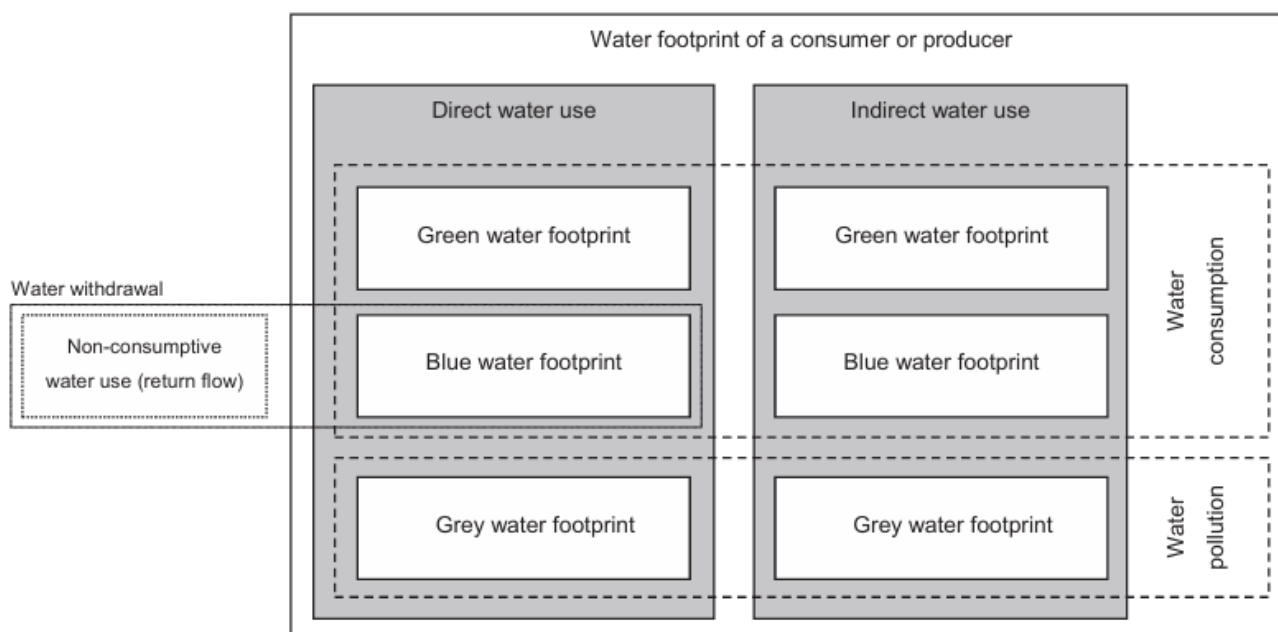


Figura 2: Rappresentazione schematica delle componenti dell'impronta idrica (Fonte: Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard, 2016.)

Le componenti blu e verde si riferiscono al consumo idrico, mentre quella grigia rappresenta una proxy dell'impatto potenziale da inquinamento. Una rappresentazione schematica delle tre componenti permette di visualizzare la struttura dell'indicatore e la sua articolazione lungo i diversi processi produttivi.

L'impronta idrica si distingue da quello di prelievo idrico, in particolare, riassumendo, su almeno tre aspetti chiave (Hoekstra et al., 2011):

1. considera tutte le tipologie di acqua dolce (blu, verde e grigia), non solo quella blu;
2. include anche l'uso indiretto dell'acqua, lungo le filiere e le catene di fornitura;
3. esclude l'acqua prelevata ma poi restituita al bacino originario, differenziandosi così dai bilanci idrici tradizionali.

In questo modo, l'indicatore di WF consente una lettura più ampia e sistemica delle interazioni tra attività umane e ciclo idrico. **È, tuttavia, importante sottolineare che la Water Footprint, così come definita dalla WFN, è un indicatore volumetrico e non esprime direttamente le conseguenze sull'ambiente.** Per valutare l'impatto effettivo sull'ambiente, è necessario applicare modelli specifici che tengano conto del contesto idrologico e simulino i meccanismi causa-effetto che avvengono con l'uso delle risorse naturali.

In conclusione, la Water Footprint fornisce una base conoscitiva solida per affrontare temi come la sostenibilità e l'equità nell'uso e nell'allocazione delle risorse idriche, offrendo informazioni spaziali e temporali dettagliate sull'acqua incorporata nei processi produttivi e consumativi. La sua adozione consente dunque di promuovere scelte consapevoli, strategie di riduzione e cooperazione tra attori economici, istituzionali e territoriali.

Valutazione dell'impronta idrica

Secondo il *Water Footprint Assessment Manual* della Water Footprint Network (Hoekstra et al., 2011), la valutazione dell'impronta idrica comprende l'intero insieme di attività finalizzate a:

1. quantificare e localizzare l'impronta idrica associata a un processo, un prodotto, un consumatore, un'attività economica o un'area geografica;
2. valutare la sostenibilità ambientale, sociale ed economica di tale impronta;
3. formulare strategie di risposta per ridurre gli impatti e migliorarne la gestione.

La WFA rappresenta uno strumento analitico volto a comprendere come prodotti e attività siano connessi alla scarsità idrica e all'inquinamento, e a identificare le azioni che possono contribuire a un uso sostenibile delle risorse idriche. Pur non prescrivendo direttamente interventi, offre un quadro informativo decisionale, utile a comprendere "cosa potrebbe essere fatto" in termini di mitigazione e governance (Hoekstra et al., 2011).

L'approccio può essere applicato a oggetti di studio molto diversi: da singole fasi produttive all'intero ciclo di vita di un prodotto; da individui o gruppi di consumatori a settori economici o entità territoriali. Una valutazione può anche adottare una prospettiva geografica, considerando l'impronta idrica complessiva in un'area definita – ad esempio, un bacino idrografico, una città o uno Stato – risultante dalla somma delle impronte idriche di processi distinti che avvengono in quel territorio.

Indipendentemente dall'oggetto dello studio, la valutazione dell'impronta idrica, segue una metodologia specifica, definita all'interno del manuale. In particolare, una valutazione completa dell'impronta idrica si compone di quattro fasi distinte, riportate schematicamente in figura 3:

1. Definizione degli obiettivi e dell'ambito di applicazione
2. Quantificazione dell'impronta idrica
3. Valutazione della sostenibilità dell'impronta idrica
4. Identificazione di una risposta

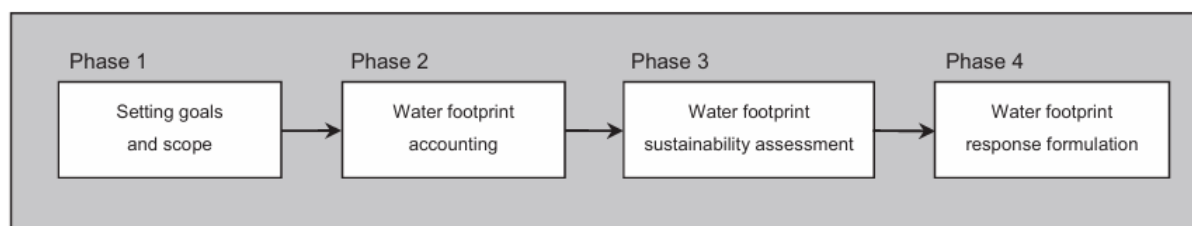


Figura 3: Le 4 fasi distinte della valutazione dell'impronta idrica (Fonte: *Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*, 2016.)

Fase 1. Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione

Questa fase iniziale è cruciale per stabilire la struttura dell'analisi, le motivazioni dello studio e il grado di dettaglio atteso. Lo studio dell'impronta idrica può essere fatto per diverse motivazioni e l'oggetto dello studio può variare considerevolmente. Il primo aspetto fondamentale dell'analisi prevede la definizione dell'oggetto della valutazione e l'obiettivo dello studio. Il motivo per cui si conduce l'analisi è determinante per la struttura dell'analisi stessa; dunque è importante definire nella fase iniziale, le motivazioni dello studio, che possono

variare da finalità comunicative e di sensibilizzazione, alla pianificazione strategica, fino al supporto a decisioni politiche o gestionali. Ulteriori aspetti formali dell'analisi vanno definiti in questa fase, come:

- la scala dell'analisi (es. processo, prodotto, azienda, area geografica);
- il livello di dettaglio (es. medie nazionali vs. dati ad alta risoluzione);
- le tipologie di acqua considerate (blu, verde, grigia), ciascuna con proprie implicazioni ambientali.

Questa prima fase permette di strutturare la valutazione. La definizione dell'obiettivo e il campo di applicazione saranno infatti determinanti per la conduzione delle fasi successive e determineranno la tipologia di studio prodotto.

Fase 2: Quantificazione dell'impronta idrica

In questa fase vengono raccolti e analizzati i dati necessari per misurare il volume totale di acqua utilizzata (consumata o inquinata) dal sistema oggetto di studio, distinguendo tra le tre componenti:

- acqua blu: acqua superficiale o sotterranea prelevata e non restituita;
- acqua verde: acqua piovana immagazzinata nel suolo e usata dalle piante;
- acqua grigia: volume necessario per diluire gli inquinanti fino a standard accettabili.

Il calcolo include tutte le fasi della catena di fornitura e consente di identificare i principali hotspot idrici lungo il ciclo di vita di un prodotto o processo.

Fase 3: Valutazione della sostenibilità dell'impronta idrica

Una volta calcolata l'impronta idrica, il manuale fornisce la metodologia per valutare se questa sia o meno sostenibile, sotto l'aspetto sociale, ambientale ed economico. Questa può essere considerata una sorta di valutazione d'impatto, nel senso che si confronta l'impronta idrica calcolata con le risorse idriche disponibili nella regione di riferimento, tenendo conto delle capacità ecologiche e ambientali. Ad esempio, si verifica se il consumo di acqua supera i limiti di capacità di ricarica dei bacini idrografici o se l'inquinamento delle risorse idriche supera le capacità di assimilazione dei sistemi naturali. Se il consumo supera questi limiti, l'impronta idrica viene considerata insostenibile. Questa fase aiuta a identificare le aree a maggiore rischio di stress idrico, dove è necessario intervenire per ridurre l'impatto.

La sostenibilità dell'impronta idrica non riguarda solo gli aspetti ecologici, ma anche le dimensioni sociali ed economiche. In questa fase, si analizza se il consumo di acqua è equo, soprattutto per le comunità vulnerabili. Si considerano i bisogni idrici fondamentali, come l'accesso all'acqua potabile per tutti, e si valuta l'efficienza dell'uso delle risorse, esaminando se ci sono opportunità per migliorare l'efficienza del consumo. A livello economico, si esplorano le implicazioni del consumo idrico per la crescita e lo sviluppo, inclusa la possibilità di investire in tecnologie che riducano l'impronta idrica, come sistemi di irrigazione più efficienti o il riciclo delle acque.

Fase 4 Formulazione di strategie di miglioramento

Infine, la valutazione della sostenibilità porta alla formulazione di strategie di miglioramento. In questa fase, le informazioni ottenute dalla valutazione precedente vengono utilizzate per sviluppare piani di gestione delle risorse idriche, con l'obiettivo di ridurre l'impronta idrica e rendere più sostenibile il consumo di acqua.

Le risposte possono includere:

- promozione di pratiche agricole a basso consumo idrico;
- adozione di tecnologie efficienti (es. irrigazione a goccia, recupero delle acque reflue);
- iniziative di governance partecipata e regolazione equa dell'accesso;
- politiche aziendali di approvvigionamento responsabile lungo la supply chain.

Questa struttura metodologica, rigorosa ma flessibile, consente alla valutazione dell'impronta idrica di diventare uno strumento operativo strategico, utile a molteplici attori per prendere decisioni consapevoli su produzione, consumo, allocazione e gestione della risorsa idrica.

Applicazioni Internazionali e Casi Studio

Il metodo della **Water Footprint** è ampiamente utilizzato a livello internazionale, con numerosi casi studio che dimostrano la sua applicabilità in vari settori e contesti. La Water Footprint Network (WFN) promuove l'utilizzo di questo approccio attraverso la pubblicazione di numerosi studi e ricerche applicate, che possono essere consultati nella sezione publications del suo sito ufficiale, disponibile al seguente link: <https://www.waterfootprint.org/publications/>.

Un caso studio significativo è presentato nell'articolo di Manzardo et al. (2016): "Methodological proposal to assess the water footprint accounting of direct water use at an urban level: A case study of the Municipality of Vicenza". In questo articolo si presenta una proposta metodologica per l'applicazione dell'impronta idrica a livello urbano. L'analisi è stata condotta nel comune di Vicenza ed è stato applicato un approccio modulare alla valutazione dell'impronta idrica nelle città, utilizzando dati locali per valutare il consumo idrico diretto. Tramite questo approccio, si è potuto ottenere una visione dettagliata della distribuzione dei consumi idrici nelle diverse aree urbane, suggerendo soluzioni per una gestione più efficiente delle risorse idriche, facendo emergere le aree a maggiore criticità. Questo esempio sottolinea come l'analisi dell'impronta idrica possa essere adattata anche a un contesto urbano, rispondendo efficacemente alle sfide poste dalla scarsità di risorse idriche.

Un altro esempio, è uno studio condotto da Bosire et al. (2022), "*Livestock water and land productivity in Kenya and their implications for future resource use*", ha analizzato l'impronta idrica associata alla produzione zootecnica in Kenya, evidenziando l'importanza di ottimizzare l'uso dell'acqua e delle terre in un contesto di crescente pressione sulle risorse naturali. Questo studio ha mostrato come l'approccio dell'impronta idrica possa essere utilizzato per identificare le aree critiche e migliorare la produttività sostenibile delle risorse idriche nel settore agricolo.

Infine, lo studio di Cazcarro et al. (2022), "*Nations' water footprints and virtual water trade of wood products*", ha analizzato l'impronta idrica associata alla produzione e al commercio di prodotti in legno tra diverse nazioni. Questo studio ha evidenziato come il commercio di "acqua virtuale" possa essere utilizzato come strumento per ridurre la pressione sulle risorse idriche locali, suggerendo strategie per migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse idriche a livello globale.

La metodologia dell'impronta idrica secondo la WFN, si presenta dunque un approccio metodologico valido, ma potrebbe non essere completamente adattabile in questo progetto,

principalmente per le differenze tra le tipologie di risorse idriche e la gestione territoriale, che richiedono un'analisi più dettagliata e contestualizzata e l'esigenza di un riferimento standard. Questo aspetto sarà approfondito e discusso nelle fasi successive del progetto, con l'obiettivo di definire meglio le metodologie più adatte alla gestione delle risorse idriche specifiche dell'area di studio.

Water Footprint secondo la norma ISO 14046

La norma ISO 14046:2014, intitolata *Gestione ambientale — Impronta idrica — Principi, requisiti e linee guida*, rappresenta lo standard internazionale di riferimento per la valutazione dell'impronta idrica associata a prodotti, servizi o organizzazioni. Essa adotta un approccio basato sull'Analisi del Ciclo di Vita (LCA), in linea con i principi e la struttura metodologica delle norme ISO 14040 e ISO 14044, dalle quali eredita la logica sistemica e le fasi principali di analisi.

A differenza di uno studio LCA completo, che valuta una molteplicità di impatti ambientali, la ISO 14046 si focalizza esclusivamente sugli impatti potenziali legati all'uso dell'acqua, considerata un'area di interesse ambientale prioritaria. In particolare, nel contesto normativo ISO, il termine "impronta" è inteso come una metrica ambientale riferita a un'area di interesse specifica, ovvero un aspetto ambientale di rilevanza sociale e scientifica. Nel caso della ISO 14046, l'area di interesse è appunto la risorsa idrica, analogamente a come il cambiamento climatico è l'area di interesse della carbon footprint.

La ISO 14046 è stata sviluppata con un duplice obiettivo:

- da un lato, fornire una metodologia standardizzata per rispondere alla crescente attenzione nei confronti della gestione sostenibile dell'acqua;
- dall'altro, armonizzare e integrare i concetti proposti dal Water Footprint Network (WFN), che aveva precedentemente diffuso la metodologia di Water Footprint Assessment (WFA).

Su questo secondo aspetto, tuttavia, è bene precisare che nonostante entrambe le impostazioni si basino sull'analisi del ciclo di vita e includano usi diretti e indiretti dell'acqua, la definizione e finalità dell'impronta idrica nella ISO 14046 differiscono da quelle adottate dalla WFN. Infatti, il termine Water Footprint e la sua valutazione, assume una sua caratterizzazione specifica nel contesto della norma. L'aspetto innovativo e centrale, rispetto alla metodologia del WFN, è l'inclusione della valutazione quantificata degli impatti ambientali relativi all'acqua. La ISO 14046 integra questa dimensione di valutazione, aggiungendo una prospettiva analitica sulle conseguenze dell'uso delle risorse idriche derivanti da un prodotto o da un'organizzazione.

Definizione dell'impronta idrica

La norma ISO 14046 definisce l'impronta idrica come una metrica che quantifica i potenziali impatti ambientali legati all'uso dell'acqua, lungo tutto il ciclo di vita del prodotto o organizzazione analizzati. Dunque, a differenza della definizione della water footprint network, il focus non è più sull'uso dell'acqua, ma sui potenziali impatti che l'uso dell'acqua può causare all'ambiente. In particolare, la ISO 14046 integra strumenti modellistici per tradurre i dati sull'uso dell'acqua in indicatori ambientali significativi e i risultati dell'analisi possono presentarsi sotto forma di: singolo indicatore oppure come un profilo di impronta idrica (*water footprint profile*). Tuttavia, la norma sottolinea come sia preferibile adottare un approccio integrato che consideri tutti gli aspetti legati all'acqua, al fine di ottenere una valutazione completa e di evitare il fenomeno del burden shifting tra le diverse categorie di impatto. Pertanto, il termine "impronta idrica" può essere utilizzato esclusivamente quando tutti gli indicatori sono presi in considerazione, mentre in caso contrario è necessario specificare i qualificatori che indicano quali aspetti sono stati inclusi.

Valutazione dell'impronta idrica

La valutazione dell'impronta idrica consiste nella raccolta dei dati di input e output idrici e nella stima dei potenziali impatti ambientali associati all'acqua utilizzata o influenzata da un prodotto, processo o organizzazione. Secondo la norma ISO 14046, tale valutazione può essere condotta come studio autonomo, concentrato esclusivamente sugli impatti legati all'acqua, oppure come parte integrante di un'Analisi del Ciclo di Vita (LCA), che considera tutti gli impatti ambientali rilevanti.

Quando applicata a un prodotto, la valutazione deve includere tutte le fasi del suo ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento finale. Questa visione sistemica consente di evitare il trasferimento degli impatti da una fase all'altra. Per quanto riguarda un'organizzazione, la valutazione dell'impronta idrica adotta una prospettiva del ciclo di vita basata su tutte le sue attività. Se opportuno e giustificato, la valutazione dell'impronta idrica può essere limitata a una o più fasi del ciclo di vita.

L'acqua che entra nel sistema viene definita come uso idrico (water use). La quota che evapora o si integra nei prodotti diventa consumo idrico (water consumption), mentre quella rilasciata come refluo è contabilizzata separatamente. Tutti i flussi idrici vengono registrati nella fase di inventario, e successivamente trasformati in indicatori di impatto ambientale tramite fattori di caratterizzazione (CFs). Gli impatti sono espressi a livello midpoint e possono essere aggregati a livello endpoint secondo le tre Aree di Protezione (AoPs): salute umana, qualità degli ecosistemi e risorse naturali.

Secondo questa norma internazionale, la valutazione dell'impronta idrica deve includere le quattro fasi dell'analisi del ciclo di vita, secondo lo schema metodologico presentato in figura 4:

1. Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione (Goal and Scope Definition)
2. Analisi di inventario (Water Footprint Inventory Analysis)
3. Valutazione dell'impatto dell'impronta idrica (Water Footprint Impact Assessment)
4. Interpretazione dei risultati

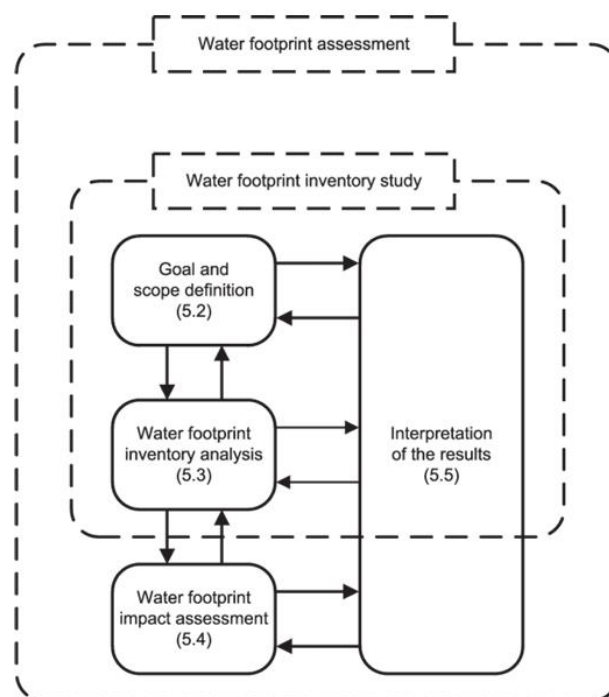


Figura 4: Le 4 fasi della valutazione dell'impronta idrica secondo la ISO 14046

1. Definizione degli obiettivi e del campo di applicazione

Questa fase iniziale è cruciale per guidare correttamente l'intero processo valutativo. Comprende l'individuazione degli obiettivi dello studio, l'identificazione dell'unità funzionale, la definizione dei confini del sistema e la determinazione della risoluzione spaziale e temporale. Tutti questi elementi concorrono a strutturare la valutazione in modo coerente e rilevante rispetto al contesto analizzato.

Nel caso della risorsa idrica, la definizione della scala temporale e spaziale è particolarmente significativa, poiché l'acqua è una risorsa locale e come tale presenta forti variabilità regionali. È pertanto necessario raccogliere dati che possano differire per risoluzione, e la scelta del livello di dettaglio deve essere giustificata e trasparente, in funzione della disponibilità e della qualità dei dati e della finalità dello studio.

2. Inventario dell'impronta idrica

La seconda fase consiste nella raccolta e nella quantificazione dei flussi idrici elementari relativi all'oggetto dello studio, siano essi prodotti, processi o organizzazioni. I dati d'inventario devono includere informazioni sulla quantità d'acqua utilizzata, la fonte (es. superficiale, sotterranea, fossile), la qualità, la modalità d'uso, la localizzazione geografica e l'orizzonte temporale.

È essenziale distinguere accuratamente tra flussi in ingresso e in uscita, in modo da attribuire in modo corretto i potenziali impatti ambientali. La validità dei dati raccolti va verificata attraverso un'analisi del bilancio idrico del sistema studiato, al fine di assicurare che soddisfino i requisiti di qualità definiti nella fase 1. Una raccolta dati accurata costituisce la base per una valutazione degli impatti solida, affidabile e utile ai fini decisionali.

3. Valutazione dell'impatto dell'impronta idrica

Questa fase riguarda la stima dei potenziali impatti ambientali associati ai flussi idrici raccolti. Ogni flusso d'inventario viene assegnato a una o più categorie di impatto e convertito in valori numerici tramite fattori di caratterizzazione (CFs), che rappresentano le conseguenze specifiche dell'uso dell'acqua in termini ambientali.

I risultati possono essere presentati:

- come indicatore singolo di impronta idrica, se si intende analizzare una singola categoria di impatto (es. *water scarcity footprint*);
- oppure come profilo di impronta idrica (*WF profile*), che considera simultaneamente diverse categorie di impatto, come previsto dalla ISO 14046.

Tra le principali categorie d'impatto associate all'uso dell'acqua si annoverano:

- **Scarsità idrica**
Questo indicatore confronta la domanda d'acqua con la capacità di rinnovo del bacino idrografico di riferimento. Non tiene conto della qualità dell'acqua, ma riflette condizioni di carenza dovute a: (i) disponibilità fisica limitata; (ii) accesso inadeguato per motivi infrastrutturali; (iii) disfunzioni istituzionali (UN-Water, 2017).
- **Acidificazione**
L'impatto da acidificazione è legato al rilascio di ossidi di azoto (NO_x) e di zolfo (SO_x), responsabili della riduzione del pH nei suoli e nelle acque, attraverso processi come le precipitazioni acide e i depositi secchi (Curran, 2006).

- Eutrofizzazione

Si riferisce all'arricchimento eccessivo dei corpi idrici con nutrienti, in particolare azoto e fosforo, che causa fioriture algali, anossia e perdita di biodiversità. La valutazione si basa su parametri come: concentrazioni di nutrienti, clorofilla algale, ossigeno disciolto e trasparenza dell'acqua (Yang et al., 2008).

- Ecotossicità

Questo indicatore valuta l'impatto delle sostanze chimiche tossiche sugli organismi acquatici. Come riportato da Tiwary (2001), l'ecotossicità si manifesta quando agenti inquinanti, come metalli pesanti derivanti da attività estrattive, si infiltrano nei corpi idrici.

Oltre a queste categorie, esistono ulteriori impatti correlati all'uso dell'acqua, tra cui l'inquinamento termico, la tossicità umana e la riduzione del tasso di rinnovabilità. I meccanismi d'impatto, a livello sia midpoint sia endpoint, mettono in relazione l'uso dell'acqua con le sue conseguenze sulle aree di protezione (AoPs): salute umana, ecosistemi e risorse.

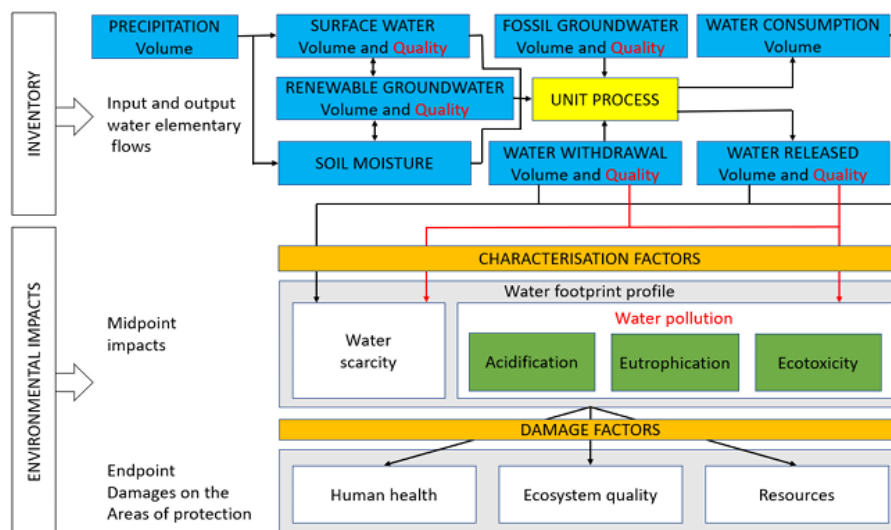


Figura 5: Le 4 fasi della valutazione dell'impronta idrica nel dettaglio

4. Interpretazione dei risultati

La fase conclusiva prevede un'analisi integrata dei risultati ottenuti nelle fasi precedenti, al fine di trarre conclusioni utili e proporre azioni di miglioramento. In particolare, si individuano:

- le aree critiche (hotspot) in cui l'impronta idrica risulta più elevata;
- le opportunità di riduzione degli impatti attraverso modifiche ai processi, cambiamenti nelle forniture o innovazioni tecnologiche.

L'interpretazione deve essere coerente con gli obiettivi definiti nella prima fase e deve considerare anche le dimensioni sociali ed economiche dell'uso dell'acqua. Inoltre, questa fase può supportare la comunicazione dei risultati a stakeholder interni ed esterni; e la definizione di politiche aziendali o pubbliche volte a una gestione più sostenibile ed equa della risorsa idrica.

Processo di revisione critica

Per garantire la conformità dello studio ai principi dell'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment), rafforzarne la solidità metodologica e aumentarne la credibilità, soprattutto quando i risultati sono destinati a comunicazioni esterne o confronti pubblici, è possibile condurre un processo di revisione critica. Conformemente a quanto previsto dalla stessa ISO 14046, e in linea con le norme della famiglia ISO che adottano l'approccio LCA secondo le ISO 14040 e ISO 14044, il processo di revisione critica deve essere condotto secondo quanto stabilito dalla norma ISO 14071:2024. Quest'ultima norma fornisce requisiti dettagliati e linee guida per l'esecuzione del processo di revisione critica di uno studio LCA, inclusi quelli sviluppati per la quantificazione dell'impronta idrica, e definisce le competenze richieste ai revisori coinvolti.

La ISO 14071:2024 struttura il processo di revisione critica come un'attività indipendente e sistematica, volta a valutare la conformità dello studio LCA (incluso quello condotto secondo la ISO 14046) alle norme ISO 14040 e 14044. La revisione può essere svolta da un revisore interno o esterno indipendente, oppure da un panel di revisori e può avvenire in due modalità: a conclusione dello studio oppure in modo concomitante al suo svolgimento. In entrambi i casi, la revisione comprende la verifica della coerenza metodologica, della validità scientifica dei dati, dell'adeguatezza rispetto all'obiettivo dichiarato e della trasparenza e consistenza nell'interpretazione dei risultati.

Il processo si articola in più fasi: definizione dell'ambito della revisione, selezione dei revisori e produzione dei due principali output documentali: il rapporto di revisione critica, che raccoglie i commenti tecnici e le raccomandazioni e la dichiarazione di revisione critica, che certifica la conformità (o meno) dello studio alle norme ISO applicabili. Il revisore, o il gruppo di revisori, deve possedere competenze approfondite in materia di LCA e, in questo caso alla norma in questione: la ISO 14046 (Water Footprint). Tali competenze includono la padronanza della normativa ISO, la conoscenza della modellazione LCI e LCIA, e la capacità di analizzare criticamente le categorie di impatto ambientale pertinenti.

L'obiettivo è garantire una revisione completa, strutturata, priva di conflitti e orientata al miglioramento della qualità e dell'affidabilità dello studio LCA e in questo caso della valutazione dell'impronta idrica, contribuendo a una rendicontazione ambientale trasparente e conforme ai requisiti internazionali. Questo garantisce solidità metodologica e trasparenza nell'analisi.

Metodologie a confronto

Nel contesto dei metodi per la valutazione dell'impronta idrica, dunque, due sono stati gli sviluppi principali: da un lato, la comunità della gestione delle risorse idriche ha introdotto il concetto di consumi indiretti dell'acqua lungo tutta la catena di approvvigionamento e l'allocazione di acqua dolce; dall'altro la comunità dell'analisi del ciclo di vita (LCA) ha riconosciuto l'importanza dell'acqua, considerata come area di interesse per la società.

Come precedentemente definito, il concetto di impronta idrica (water footprint) è stato introdotto da Arjen Hoekstra come indicatore dell'appropriazione di acqua dolce, con l'obiettivo di quantificare e mappare l'uso indiretto dell'acqua e mostrare l'importanza del coinvolgimento di consumatori e produttori lungo le catene di approvvigionamento nella gestione delle risorse idriche. Successivamente, il *Water Footprint Network* (WFN) ha sviluppato una metodologia per la valutazione dell'impronta idrica (*Water Footprint Assessment*, WFA). Parallelamente, la comunità LCA ha sviluppato metodologie complete per includere gli impatti ambientali relativi all'acqua negli studi LCA, e ha formalizzato i concetti principali nello standard internazionale sull'impronta idrica: ISO 14046.

Per semplicità chiameremo in questa sezione WFA, l'approccio di valutazione dell'impronta idrica maturato dalla Water Footprint Network, mentre *LCAwater* identifica l'approccio sviluppato all'interno della comunità LCA, focalizzato esclusivamente sulla valutazione degli impatti ambientali legati all'acqua (Boulay, Hoekstra, & Vionnet, 2013).

Negli anni queste due approcci sono stati spesso in conflitto; tuttavia, i due strumenti non sono da vedersi come due modi di condurre la stessa analisi, ma metodologie complementari, con punti comuni, differenze e aspetti complementari. Entrambe le metodologie mirano, seppur indirettamente, a preservare le risorse idriche, ma lo fanno in modi differenti (Boulay, Hoekstra, & Vionnet, 2013). Comprendere il reale obiettivo di ogni metodologia è la chiave per una loro corretta applicazione.

Da un lato, la metodologia LCA mira a quantificare i potenziali impatti ambientali generati da un'attività umana su uno spettro di tematiche ambientali legati all'acqua. LCA include quindi gli impatti potenziali dovuti alla sottrazione di acqua da parte degli ecosistemi e degli utenti umani, così come quelli derivanti dagli inquinanti emessi, che impattano la risorsa idrica attraverso diversi percorsi d'impatto ambientale e relativi indicatori (principalmente eutrofizzazione, acidificazione e tossicità per esseri umani ed ecosistemi). La metodologia LCA si articola in quattro fasi: definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, analisi di inventario, valutazione degli impatti e interpretazione. Gli indicatori quantitativi d'impatto rappresentano il cuore della fase di valutazione degli impatti.

Dall'altro, la metodologia WFA è pensata principalmente per supportare una gestione più efficace delle risorse idriche, inclusa la loro allocazione e ha avuto un ruolo importante nella sensibilizzazione sui temi idrici nell'ultimo decennio (Boulay, Hoekstra, & Vionnet, 2013). Affronta l'appropriazione di risorse idriche dolci attraverso un approccio in quattro fasi: definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, contabilizzazione dell'impronta idrica, valutazione della sostenibilità, formulazione di risposte. La fase di contabilizzazione include la quantificazione e la mappatura dell'uso di acqua dolce distinguendo tre categorie d'uso: impronta blu, grigia e verde.

Di seguito una rappresentazione grafica delle due metodologie a confronto, evidenziando come entrambi i framework si strutturino in quattro fasi, con caratteristiche comuni e differenze.

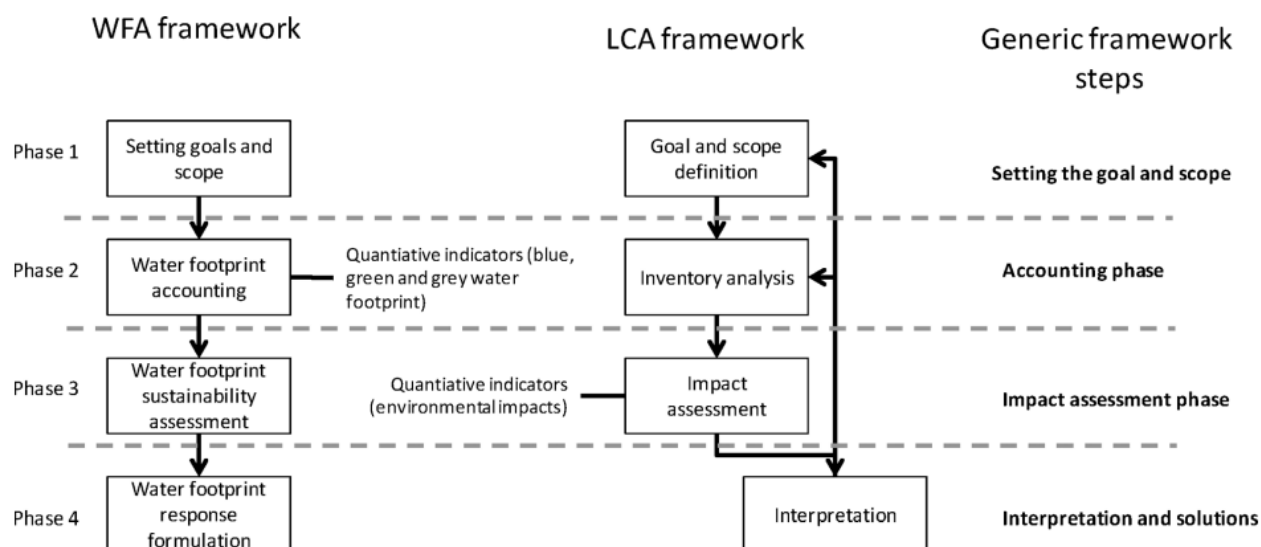


Figura 6: Confronto tra LCA e WFA, similitudini e differenze metodologiche (da Boulay et al., 2013)

Sia WFA che LCA utilizzano indicatori quantitativi, ma in fasi diverse del processo valutativo. Questa differenza risulta più chiara confrontando i due quadri metodologici. WFA si affida principalmente a indicatori d'uso idrico nella fase di inventario, mentre LCA si concentra sugli indicatori d'impatto nella fase di valutazione.

La fase di “valutazione della sostenibilità dell'impronta idrica” si focalizza su un'analisi articolata della sostenibilità ambientale, dell'efficienza economica e dell'equità sociale dell'uso e dell'allocazione dell'acqua dolce. In questa fase, le impronte idriche vengono contestualizzate, ad esempio confrontando le impronte idriche di attività o prodotti con benchmark, oppure confrontando le impronte totali con la disponibilità idrica nei bacini idrografici. La scarsità idrica, quantificata come il rapporto tra uso e disponibilità idrica, è uno degli elementi di questa valutazione. LCA, invece, si focalizza sugli indicatori quantitativi, sia nella fase d'inventario che, soprattutto, nella fase di valutazione d'impatto regionalizzata. Quest'ultima descrive i percorsi d'impatto specifici e si concentra infine sugli indicatori relativi a tre aree di protezione: salute umana, qualità degli ecosistemi e esaurimento delle risorse. Gli indici di scarsità idrica vengono talvolta utilizzati come indicatori lungo questi percorsi d'impatto. L'ultima fase è simile per entrambi gli approcci: consente un'ulteriore interpretazione dei risultati al fine di individuare soluzioni per ridurre le pressioni antropiche sull'ambiente.

Probabilmente la differenza più importante tra i due metodi è l'orientamento ai potenziali impatti per *LCAwater* rispetto all'orientamento alla gestione idrica di WFA. La metodologia LCA è focalizzata sulla valutazione delle conseguenze sull'ambiente, in un'ottica comprensiva, dove l'acqua rappresenta un'area di attenzione. Mentre, la WFA si concentra sull'analisi dell'uso e dell'allocazione sostenibile, efficiente ed equa dell'acqua dolce, sia in contesto locale che globale, e può avere un focus su prodotti, modelli di consumo o specifiche aree geografiche.

Sinergie tra i due approcci:

Come definito da Boulay et al. entrambi gli approcci potrebbero trarre vantaggio l'uno dall'altro. In particolare, per l'LCA:

- **Inventario:** Gli indicatori quantitativi usati nella WFA, specialmente l'impronta blu, possono essere integrati nei flussi di inventario LCA. Anche l'impronta verde può essere utilizzata, sebbene al momento non esistano metodi specifici per valutarne gli impatti. L'impronta grigia, invece, è una quantificazione ipotetica dell'inquinamento e non può essere trattata come flusso d'inventario LCA.
- **Valutazione d'impatto:** L'indicatore di scarsità idrica (blue WF) della WFA è comparabile con altri indicatori di scarsità usati in LCA, e sforzi congiunti potrebbero portare a un indicatore condiviso che unisca le migliori pratiche dei due metodi.
- **Interpretazione:** LCA potrebbe trarre beneficio dalle fasi di valutazione della sostenibilità e formulazione delle risposte previste dalla WFA, migliorando così l'interpretazione dei risultati quantitativi.

Per la WFA:

- **Contabilizzazione:** I dati d'inventario dell'LCA si basano su database ben sviluppati, che potrebbero rendere la contabilizzazione della WFA più completa e precisa, in particolare per i prodotti industriali.
- **Valutazione della sostenibilità:** WFA potrebbe integrare le metodologie di valutazione d'impatto sviluppate dalla comunità LCA, e sforzi congiunti potrebbero portare a metriche condivise per una migliore valutazione della sostenibilità dell'uso dell'acqua dolce.

In conclusione, si può affermare che le due metodologie perseguano obiettivi complementari. E l'integrazione dei due approcci può portare a una valutazione più completa e solida. Tuttavia, occorre prestare attenzione nel confrontare gli indicatori quantitativi, poiché non sono direttamente confrontabili.

Applicazioni Internazionali e Casi Studio

La metodologia ISO 14046 si è affermata come uno strumento ampiamente utilizzato per l'analisi dettagliata dell'impronta idrica associata a vari prodotti, processi e organizzazioni, dimostrando. La sua applicabilità si estende dalla produzione agricola alle attività industriali, fino alla gestione delle risorse idriche a livello urbano, confermando la versatilità e l'efficacia del metodo nel fornire indicazioni pratiche e analisi concrete.

Di seguito vengono riportati alcuni casi studio utili come esempio di applicazione della ISO 14046.

Lo studio di Bouley et al. (2019), *"Bridging the Data Gap in the Water Scarcity Footprint by Using Crop-Specific AWARE Factors"*, ha applicato la ISO 14046 per migliorare la valutazione della scarsità idrica a livello di colture agricole, utilizzando fattori di caratterizzazione specifici per le colture per affinare la valutazione dell'impronta idrica. Questo studio ha confermato che, grazie alla sua flessibilità, la ISO 14046 può essere adattata per colmare le lacune nei dati disponibili, utilizzando fattori locali per stimare più precisamente l'impronta idrica di diverse colture, aumentando la precisione dei risultati anche in contesti con informazioni limitate.

Inoltre, lo studio di Manzardo et al. (2015), *"Lessons learned from the application of different water footprint approaches to compare different food packaging alternatives"*, utilizza le due metodologie – Water Footprint Network e ISO 14046 – nello stesso caso studio: la produzione di salsa di pomodoro negli Stati Uniti. Questo studio ha evidenziato la capacità della ISO 14046

di identificare in dettaglio le aree critiche relative al consumo e all'inquinamento dell'acqua, fornendo una valutazione sistemica dei flussi idrici e delle implicazioni ambientali. Nonostante alcune differenze nei risultati relativi all'uso degradativo dell'acqua, la ISO 14046 ha confermato di essere in grado di guidare decisioni informate su come ottimizzare l'uso dell'acqua in scenari industriali, come quelli legati alla scelta di alternative di imballaggio più sostenibili.

Questi casi studio evidenziano la capacità della ISO 14046 di analizzare in dettaglio l'impronta idrica di vari prodotti e processi, dimostrando come possa essere utilizzata per affrontare le sfide specifiche di ogni contesto, dalla produzione agricola a livello regionale fino alla valutazione degli impatti di un prodotto.

La versatilità del metodo e la sua capacità di integrare la valutazione degli impatti ambientali con un focus sul ciclo di vita delle risorse lo rendono un approccio altamente adatto per il contesto del progetto LIFE Svolta Blu. Sebbene l'applicazione di questa metodologia richieda un'accurata raccolta di dati specifici, i risultati ottenuti in altri contesti suggeriscono che la ISO 14046 potrebbe rappresentare una solida base per la valutazione e la gestione delle risorse idriche nel contesto del progetto.

CAPITOLO 2: GESTIONE VOLONTARIA DELLA RISORSA: INIZIATIVE ED ENTI

La gestione sostenibile delle risorse idriche è un tema cruciale a livello globale e locale, in un contesto caratterizzato da una crescente domanda di acqua e da sfide legate alla scarsità, inquinamento e cambiamenti climatici. Numerosi enti, organizzazioni e strumenti sono stati sviluppati per supportare le aziende, i governi e le comunità nella gestione efficace delle risorse idriche, migliorando la consapevolezza, promuovendo buone pratiche e stimolando politiche di protezione e uso responsabile dell'acqua.

In questo capitolo si vogliono presentare le iniziative più rilevanti e gli enti internazionali e nazionali che hanno elaborato iniziative volontarie in merito alla gestione della risorsa idrica, in modo da fornire una panoramica dello stato dell'arte sul tema.

Water Risk Filter (WRF) - World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

Il Water Risk Filter è uno strumento di valutazione del rischio idrico elaborato nel 2012 e disponibile come tool gratuito online. Si presenta come uno strumento di screening a livello aziendale e di portafoglio per aiutare le aziende e gli investitori a stabilire le priorità di azione su cosa e dove è più importante per affrontare i rischi idrici, per migliorare la resilienza aziendale. È stato elaborato dal World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e il World Wide Fund for Nature (WWF). Il WBCSD è un'organizzazione nata nel 1995 guidata da CEO di oltre 225 aziende internazionali. Il consiglio inoltre è collegato con 60 consigli aziendali nazionali e regionali e si pone l'obiettivo di promuovere lo sviluppo sostenibile e fare da catalizzatore per il cambiamento. Mentre il WWF è un'organizzazione internazionale non governativa di protezione ambientale.

Caratteristiche dello strumento	
Diffusione	Il Water Risk Filter ha una diffusione globale ed è tra gli strumenti di riferimento più utilizzati per la valutazione dei rischi idrici.
Campo di applicazione	È concepito per essere utilizzato come strumento di screening a livello aziendale e di portafoglio per aiutare a stabilire le priorità di intervento su cosa e dove è più importante per affrontare i rischi idrici e migliorare la resilienza aziendale.
Stakeholders coinvolti	Il tool si rivolge principalmente agli stakeholder interni all'azienda, come i responsabili ambientali, la direzione, i tecnici di stabilimento e i referenti per la sostenibilità, che sono coinvolti nella raccolta dati, nell'analisi del rischio e nella definizione di strategie idriche. Allo stesso tempo, il tool invita a considerare anche stakeholder esterni rilevanti, tra cui le comunità locali, le autorità pubbliche e regolatorie, i fornitori di acqua, i partner della filiera e, in alcuni casi, le organizzazioni della società civile. Il coinvolgimento di questi attori è ritenuto fondamentale per valutare correttamente i rischi operativi legati all'acqua e per costruire strategie aziendali condivise e sostenibili.
Condizioni di accesso & metodo di pagamento	Tool gratuito. Per valutare i rischi e le opportunità per l'acqua, è necessaria la registrazione e creazione di un account, che avviene gratuitamente.
È previsto un sistema di crediti?	No

Dettagli metodologici	
Descrizione	Tool che permette alle aziende di: (1) esplorare i rischi fisici, normativi e reputazionali legati all'acqua (questo tramite mappe di rischio idrico, valutazione di scenari futuri, profili idrici nazionali); (2) Valutare i rischi idrici nelle operazioni, nella value chain e negli investimenti, (questo avviene tramite le informazioni specifiche della azienda, del luogo dei siti produttivi); (3) identificare una possibile strategia.
Struttura metodologica	/
Risultato atteso	Valutazione dei rischi idrici della azienda
Sistema di monitoraggio	No, non si prevede un sistema di monitoraggio continuo integrato. È concepito come strumento di autovalutazione una tantum o periodica, utile per fotografare la situazione attuale, identificare i rischi e pianificare azioni. Tuttavia, non include indicatori di performance da aggiornare nel tempo né funzioni di reporting strutturato o tracking evolutivo. Le aziende, su propria iniziativa, possono riutilizzare il tool periodicamente per confrontare i risultati nel tempo e monitorare i progressi, ma senza un sistema automatizzato.
Valutazione della quantità di acqua	Vengono mappati i siti produttivi e dove avvengono i prelievi di acqua, per capire i rischi, definiti secondo gli indici della metodologia. Per la valutazione sono richiesti i consumi idrici della azienda. Analisi solo volumetrica di acqua prelevata.
Valutazione della qualità di acqua	No, non c'è riferimento alla qualità dell'acqua.
Valutazione degli impatti sull'ambiente	Non è prevista una valutazione dei potenziali impatti sull'ambiente, il tool si riferisce unicamente alla valutazione dei rischi aziendali nel suo utilizzo della risorsa idrica.

Sistema di verifica o certificazione	
È possibile ottenere una certificazione?	No, non si prevede alcun sistema di verifica o certificazione. Si tratta di uno strumento informativo e analitico, progettato per supportare valutazione del rischio idrico, ma non è associato a un protocollo di conformità, né a un sistema di audit o riconoscimento formale.
Output	/
Ruolo del certificatore	/

Aqueduct - World Resources Institute (WRI)

Aqueduct è una piattaforma digitale open-source pensata per valutare e mappare i rischi legati all'acqua a livello globale, fornendo dati e indicatori utili per analisi ambientali, strategie aziendali, pianificazione territoriale e politiche pubbliche. È uno strumento volontario, gratuito e utilizzabile liberamente, concepito per supportare decisioni informate sulla gestione della risorsa idrica.

La piattaforma si costituisce di 4 tools principali: (i) Aqueduct Water Risk Atlas, (ii) Aqueduct Country Ranking (iii) Aqueduct Food e (iv) Aqueduct Floods. L'iniziativa è stata lanciata per la prima volta nel 2011 e segue periodici aggiornamenti e miglioramenti.

La piattaforma è stata realizzata dal World Resources Institute (WRI), con il sostegno di Aqueduct Alliance, una coalizione di aziende, governi e fondazioni all'avanguardia nella gestione dell'acqua. Aziende, governi e fondazioni sono invitati a unirsi ad Aqueduct Alliance per promuovere le migliori pratiche di gestione dell'acqua e gli strumenti di Aqueduct. Inoltre, hanno collaborato diversi partner strategici istituzionali, come: Ministero degli Affari esteri dei Paesi Bassi, Ministero degli Affari Esteri della Danimarca, Agenzia svedese per la cooperazione allo sviluppo internazionale. E partner accademici come Delft University of Technology, Deltares, Utrecht University.

Caratteristiche dello strumento	
Diffusione	L'Aqueduct Tool ha una diffusione globale ed è tra gli strumenti di riferimento più utilizzati per la valutazione dei rischi idrici.
Campo di applicazione	I tool Aqueduct sono utilizzati da una vasta gamma di soggetti pubblici e privati che hanno interesse nella valutazione e gestione del rischio idrico. Tra gli utilizzatori principali ci sono aziende multinazionali, che li impiegano per valutare i rischi legati all'acqua nei propri stabilimenti e lungo la catena di fornitura. Anche istituzioni finanziarie e investitori li usano per analizzare l'esposizione al rischio idrico dei portafogli o dei progetti. Sono ampiamente impiegati anche da enti pubblici, autorità idriche e organismi di pianificazione territoriale per supportare decisioni strategiche. Infine, i tool sono utilizzati da ONG, università e centri di ricerca per analisi scientifiche e studi sull'accesso, la sicurezza e la sostenibilità delle risorse idriche a livello globale.
Stakeholders coinvolti	Quando un'azienda utilizza gli Aqueduct Tool, gli stakeholder coinvolti possono essere diversi, a seconda del contesto e degli obiettivi dell'analisi. Innanzitutto, sono coinvolti gli stakeholder interni all'azienda, che utilizzano i risultati per valutare rischi, pianificare interventi e comunicare le performance. Sul piano esterno, possono essere coinvolti fornitori e partner lungo la catena del valore, soprattutto se il rischio idrico riguarda aree di approvvigionamento critiche. Anche clienti e investitori possono essere stakeholder rilevanti, in quanto destinatari delle analisi di rischio e delle strategie di gestione idrica. In alcuni casi, soprattutto quando l'analisi ha implicazioni territoriali, vengono coinvolti anche stakeholder locali, come comunità, autorità idriche, enti pubblici o ONG. Infine, i risultati possono contribuire al dialogo con enti regolatori, certificatori o organismi di rendicontazione.
Condizioni di accesso & metodo di pagamento	L'utilizzo dei tools è completamente gratuito. L'accesso ai dati, alle mappe e ai moduli analitici è libero, senza necessità di licenza o registrazione. Alcuni servizi di consulenza o supporto personalizzato da parte di WRI o dei suoi partner possono essere a pagamento, ma il tool in sé è open-access.
È previsto un sistema di crediti?	No

Dettagli metodologici	
Descrizione	La metodologia dell'Aqueduct Water Risk Atlas, si basa sull'elaborazione di dati geospaziali e indicatori quantitativi per valutare e mappare i rischi legati all'acqua su scala globale. Il modello combina dati idrologici, climatici, infrastrutturali, normativi e socioeconomici per generare una serie di indicatori sintetici che descrivono i rischi a cui è esposto un territorio o un sito produttivo. In sintesi, la metodologia dell'Aqueduct Water Risk Atlas fornisce una valutazione geograficamente esplicita, comparabile e multidimensionale del rischio idrico, utile per analisi di esposizione, pianificazione strategica, rendicontazione e mitigazione.
Struttura metodologica	La metodologia si articola in tre grandi categorie di rischio: rischio fisico (inclusi stress idrico, variabilità stagionale, siccità e alluvioni), rischio normativo (rischi legati a politiche, regolamentazioni e governance dell'acqua) e rischio reputazionale (relativo ai conflitti con altri utenti, alla competizione per la risorsa e alla percezione pubblica). Gli indicatori sono calcolati a partire da dati storici, osservazioni satellitari, modelli climatici e database pubblici. Ogni area geografica riceve un punteggio normalizzato da 0 a 5, che rappresenta il livello di rischio (da molto basso a molto alto) per ciascun indicatore e categoria. L'utente può visualizzare i risultati su mappe interattive, scaricare i dati e sovrapporli a coordinate geografiche di interesse, come stabilimenti aziendali o filiere di approvvigionamento.
Risultato atteso	Il risultato atteso dopo l'utilizzo dell'Aqueduct Water Risk Atlas è una valutazione chiara e geograficamente dettagliata dei rischi idrici a cui un sito, un'attività o una catena di fornitura è esposta. L'output principale è una serie di mappe interattive e punteggi normalizzati che identificano le aree a rischio in termini di stress idrico, scarsità, variabilità stagionale, eventi estremi (come siccità o alluvioni), governance debole o conflitti sull'uso dell'acqua. Questi risultati permettono all'utente di identificare le aree critiche, confrontare localizzazioni alternative, stabilire priorità di intervento, supportare decisioni strategiche aziendali e sviluppare piani di mitigazione o adattamento. Possono inoltre essere utilizzati come base tecnica per la rendicontazione ESG, per la comunicazione con investitori o stakeholder territoriali e per integrare la gestione del rischio idrico nei sistemi di governance ambientale.
Sistema di monitoraggio	Dal punto di vista degli utilizzatori, l'Aqueduct Water Risk Atlas non prevede un sistema di monitoraggio automatico integrato. Fornisce principalmente una fotografia del rischio idrico in un dato momento. La piattaforma consente di visualizzare le condizioni attuali o proiettate, ma non aggiorna automaticamente i dati specifici dell'utente né monitora in tempo reale l'evoluzione dei rischi nei singoli siti.
Valutazione della quantità di acqua	Vengono mappati i siti produttivi e dove avvengono i prelievi di acqua, per capire i rischi, definiti secondo gli indici della metodologia.
Valutazione della qualità dell'acqua	No, non c'è riferimento alla qualità dell'acqua.
Valutazione degli impatti sull'ambiente	Non è prevista una valutazione dei potenziali impatti sull'ambiente, il tool si riferisce unicamente alla valutazione dei rischi aziendali nel suo utilizzo della risorsa idrica.

Sistema di verifica o certificazione	
È possibile ottenere una certificazione?	No, Aqueduct non prevede alcun sistema di verifica o certificazione. Si tratta di uno strumento informativo e analitico, progettato per supportare valutazioni del rischio idrico, ma non è associato a un protocollo di conformità, né a un sistema di audit o riconoscimento formale da parte del WRI o di altri enti. Chi utilizza il tool può eventualmente integrare i suoi risultati in processi di rendicontazione volontaria (ad esempio in ambito ESG o CDP), o in analisi aziendali interne, ma non può ottenere una certificazione ufficiale o un attestato di conformità semplicemente utilizzandolo. In sintesi, l'Aqueduct è uno strumento di supporto alle decisioni, non un sistema certificabile.
Output	/
Ruolo del certificatore	/

Collecting the Drops - Global Environmental Management Initiative (GEMI)

Collecting the drops è uno strumento di autovalutazione aziendale per supportare gli stabilimenti nella comprensione del proprio utilizzo dell'acqua, nella valutazione dei rischi legati alla disponibilità idrica locale e nella definizione di strategie di sostenibilità idrica attraverso analisi operative, scenari di rischio e buone pratiche settoriali.

Si struttura come un toolkit digitale, costituito da linee guida PDF, questionari e schede Excel, moduli interattivi, casi studio, strumenti complementari. È stato sviluppato nel 2007 e da allora non ci sono stati aggiornamenti.

Lo strumento è realizzato da GEMI (Global Environmental Management Iniziative), un'organizzazione no-profit composta da grandi aziende multinazionali che collaborano per sviluppare strumenti e soluzioni volontarie, pratiche e business-oriented per migliorare la gestione ambientale, la sostenibilità e la performance ESG. Fondata negli Stati Uniti, GEMI si focalizza sulla condivisione di best practice tra imprese e ha prodotto strumenti operativi su temi come gestione idrica, cambiamento climatico, supply chain sostenibile e trasparenza ambientale.

Caratteristiche dello strumento	
Diffusione	La diffusione è stata significativa all'interno del mondo industriale statunitense e tra le aziende membri di GEMI, ma la sua adozione su larga scala a livello globale è stata piuttosto limitata.
Campo di applicazione	Si identificano come destinatari ideali gli stabilimenti industriali e aziende manifatturiere che vogliono valutare in modo strutturato e qualitativo il proprio uso dell'acqua, i rischi associati e opportunità di miglioramento, soprattutto in contesti locali dove l'acqua è una risorsa critica.
Stakeholders coinvolti	Il tool kit si rivolge principalmente agli stakeholder interni all'azienda, che sono coinvolti nella raccolta dati, nell'analisi del rischio e nella definizione di strategie idriche. Allo stesso tempo, il tool invita a considerare anche stakeholder esterni rilevanti, tra cui le comunità locali, le autorità pubbliche e regolatorie, i fornitori di acqua, i partner della filiera e, in alcuni casi, le organizzazioni della società civile. Il coinvolgimento di questi attori è ritenuto fondamentale per valutare correttamente i rischi operativi legati all'acqua e per costruire strategie aziendali condivise e sostenibili.
Condizioni di accesso & metodo di pagamento	Uso completamente gratuito, anche per aziende e professionisti. Non è richiesta registrazione né creazione di un account. Tutti i contenuti (PDF, Excel, esempi, moduli) possono essere scaricati liberamente.
È previsto un sistema di crediti?	No

Dettagli metodologici	
Descrizione	Il tool si basa su un approccio qualitativo e pratico articolato in tre moduli: (1) analisi dei flussi e bilancio idrico dello stabilimento, (2) valutazione dei rischi legati alla disponibilità, qualità e gestione dell'acqua, e (3) consultazione di casi studio reali. Il primo modulo guida alla mappatura dei flussi idrici e all'analisi dell'uso e della qualità dell'acqua; il secondo propone un questionario strutturato per valutare i rischi su sei categorie; il terzo offre esempi pratici e risorse utili. La metodologia

	aiuta a comprendere il rapporto tra operazioni aziendali e risorsa idrica, integrando aspetti tecnici, territoriali e gestionali.
Struttura metodologica	Il tool adotta un approccio qualitativo e pratico, basato su autovalutazione aziendale. Attraverso tre moduli, guida l'utente nell'analisi dei flussi idrici, nella valutazione dei rischi legati all'acqua e nell'identificazione di buone pratiche, senza ricorrere a metodologie LCA o a indicatori quantitativi complessi.
Risultato atteso	Le aziende ottengono una mappatura dei flussi idrici interni, un bilancio idrico semplificato, un profilo di rischio legato all'acqua su sei categorie (es. affidabilità della fornitura, conformità normativa), e un set di casi studio e risorse utili per identificare azioni di miglioramento. Questi output aiutano a definire priorità, pianificare interventi e supportare decisioni strategiche legate alla gestione idrica.
Sistema di monitoraggio	Non si prevede un sistema di monitoraggio continuo integrato. È concepito come strumento di autovalutazione una tantum o periodica, utile per fotografare la situazione attuale, identificare i rischi e pianificare azioni. Tuttavia, non include indicatori di performance da aggiornare nel tempo né funzioni di reporting strutturato o tracking evolutivo. Le aziende, su propria iniziativa, possono riutilizzare il tool periodicamente per confrontare i risultati nel tempo e monitorare i progressi, ma senza un sistema automatizzato.
Valutazione della quantità di acqua	Il tool valuta il rapporto tra lo stabilimento e la risorsa idrica, concentrandosi sull'uso, la qualità e i rischi associati. L'acqua è analizzata in termini di quantità prelevata, utilizzata e scaricata tramite un bilancio idrico semplificato, espresso in unità di volume (Nessuna unità obbligatoria è imposta dal tool), senza calcolare impatti ambientali o indicatori LCA.
Valutazione della qualità di acqua	Sì, si valuta la qualità dell'acqua, ma in modo semplificato e orientato all'idoneità d'uso, non come misura normativa o tecnica approfondita.
Valutazione degli impatti sull'ambiente	Non è prevista una valutazione dei potenziali impatti sull'ambiente.

Sistema di verifica o certificazione	
È possibile ottenere una certificazione?	No, non prevede alcun sistema di verifica o certificazione. Si tratta di uno strumento volontario e di autovalutazione e non è associato a un protocollo di conformità, né a un sistema di audit o riconoscimento formale da parte del WRI o di altri enti.
Output	/
Ruolo del certificatore	/

Standard GRI 303: Acqua e scarichi idrici - Global Reporting Iniziative (GRI)

Lo standard GRI 303:2018 – Acqua e scarichi idrici è uno standard tematico volontario di rendicontazione della sostenibilità sviluppato dalla Global Reporting Initiative. Fa parte del sistema modulare degli Standard GRI e rappresenta un’iniziativa volontaria che guida le organizzazioni nel rendere conto in modo trasparente e comparabile della gestione della risorsa idrica, includendo prelievi, consumi, scarichi e impatti associati all’acqua.

Lo standard di rendicontazione "GRI 303: Acqua e scarichi idrici 2018" è in vigore a partire dal 1 gennaio 2021 ed è reso disponibile online.

Il GRI (Global Reporting Initiative) è uno standard internazionale per la rendicontazione della sostenibilità. Fornisce un quadro strutturato e universalmente riconosciuto per aiutare le organizzazioni a comunicare impatti ambientali, sociali ed economici, in modo trasparente, comparabile e verificabile. È tra gli standard più utilizzati al mondo per i sustainability report e si basa sul principio della rendicontazione degli impatti (impact-based reporting), focalizzandosi sulla materialità.

Caratteristiche dello strumento	
Diffusione	Il GRI è lo standard di rendicontazione della sostenibilità più utilizzato al mondo. Oltre 10.000 organizzazioni in più di 100 Paesi lo hanno già adottato.
Campo di applicazione	Viene utilizzato da piccole e grandi aziende, enti pubblici, università, NGO. Viene spesso richiesto da investitori, clienti, stakeholders come base per il reporting ESG. In Europa è frequentemente utilizzato in combinazione con CSRD e gli ESRS (che in parte si ispirano ai GRI) e altri standards.
Stakeholders coinvolti	Nel contesto dello standard GRI 303:2018 – Acqua e scarichi idrici, gli stakeholder coinvolti sono tutte le parti interessate che possono essere influenzate o avere un ruolo nella gestione della risorsa idrica, soprattutto a livello locale. In particolare, lo standard evidenzia il coinvolgimento di: comunità locali, fornitori, clienti, autorità pubbliche, organizzazioni della società civile, altri utilizzatori del bacino idrografico, dipendenti, gruppi vulnerabili e partner aziendali. Questi stakeholder sono rilevanti per valutare gli impatti ambientali e sociali, identificare aree a rischio idrico, sviluppare obiettivi condivisi e migliorare la gestione sostenibile delle risorse idriche. Il loro coinvolgimento è parte integrante dell’approccio richiesto dallo standard, in quanto l’acqua è riconosciuta come una risorsa condivisa.
Condizioni di accesso & metodo di pagamento	L’utilizzo degli standard GRI è gratuito: tutti i documenti sono liberamente scaricabili dal sito ufficiale. Eventuali servizi di formazione, verifica o assistenza da parte del GRI o di terzi sono invece a pagamento.
È previsto un sistema di crediti?	No

Dettagli metodologici	
Descrizione	Lo standard fornisce criteri e informative specifiche che un’organizzazione deve rendicontare se ha identificato l’acqua come tema materiale. Le informative coprono il prelievo, il consumo, lo scarico e la gestione degli impatti idrici, con un forte focus sul contesto locale e sulla responsabilità condivisa. Le aziende devono raccogliere e comunicare dati quantitativi e qualitativi sul prelievo, sul consumo e sugli scarichi idrici, indicare le fonti d’acqua, valutare i rischi in aree soggette a

	stress idrico, e descrivere come gestiscono tali impatti anche attraverso il coinvolgimento degli stakeholder. Il focus dello standard è fornire una base strutturata per la rendicontazione trasparente e completa. L'obiettivo non è calcolare un indicatore sintetico di impatto, ma documentare come l'organizzazione interagisce con la risorsa idrica, in termini quantitativi e qualitativi, e come gestisce tali impatti, soprattutto in aree soggette a stress idrico, coinvolgendo gli stakeholder e rispettando il principio di responsabilità condivisa.
Struttura metodologica	La struttura metodologica dello standard GRI 303:2018 si basa su informative gestionali e tematiche. Le informative gestionali richiedono all'organizzazione di descrivere come gestisce gli impatti legati all'acqua, comprese le interazioni con la risorsa idrica come bene condiviso e la gestione degli scarichi, in coerenza con l'analisi di materialità. Le informative tematiche richiedono la rendicontazione di dati quantitativi su prelievo, scarico e consumo di acqua, specificando fonti, destinazioni, qualità e localizzazione, con particolare attenzione alle aree soggette a stress idrico. Lo standard adotta un approccio contestuale e localizzato, non fornisce una metodologia di calcolo degli impatti ambientali ma permette di descriverli attraverso dati strutturati e coerenti con i principi GRI.
Risultato atteso	Applicando lo standard GRI 303:2018, l'organizzazione produce una sezione specifica del proprio report di sostenibilità dedicata all'acqua. Questo documento descrive in modo strutturato e trasparente il volume di acqua prelevata, consumata e scaricata, le fonti utilizzate, la qualità degli scarichi e l'eventuale presenza in aree soggette a stress idrico. Un'organizzazione può scegliere anche di seguire solo questo standard senza redigere l'intero report di sostenibilità, ma in questo caso non potrà dichiarare di essere "in accordance with the GRI Standards" ma potrà dichiarare di aver utilizzato i GRI Standards come riferimento per la rendicontazione del tema specifico.
Sistema di monitoraggio	Lo standard GRI 303:2018 non prevede un sistema di monitoraggio interno predefinito né impone una frequenza di controllo, ma richiede che l'organizzazione raccolga, aggiorni e comunichi dati quantitativi e qualitativi sull'acqua in modo sistematico e coerente nel tempo.
Valutazione della quantità di acqua	Sì, si valutano sia la quantità di acqua prelevata che quella consumata e scaricata. I volumi devono essere comunicati in modo disaggregato per fonte, destinazione e area geografica, con riferimento particolare alle aree soggette a stress idrico. I volumi sono espressi generalmente in megalitri e suddivisi per tipo di fonte (superficiale, sotterranea, marina, di terze parti), per destinazione degli scarichi e per area operativa. Deve essere indicato anche se l'acqua è prelevata o scaricata in aree a stress idrico.
Valutazione della qualità di acqua	Sì, ma non attraverso un'analisi chimica dettagliata. La qualità viene valutata in termini di idoneità rispetto agli usi aziendali e ai parametri qualitativi degli scarichi, considerando eventuali sostanze pericolose e livelli di trattamento.
Valutazione degli impatti sull'ambiente	Non si quantificano gli impatti ambientali in termini LCA o footprint, ma si richiede una descrizione contestuale degli impatti significativi associati all'uso dell'acqua, includendo effetti sull'ambiente, sulle comunità locali e sul bacino idrico.

Sistema di verifica o certificazione	
È possibile ottenere una certificazione?	No, lo standard GRI 303:2018 – come tutti gli standard GRI – non è certificabile. Non prevede un sistema di certificazione, audit obbligatori o accreditamenti ufficiali. Le organizzazioni possono utilizzarlo per redigere e pubblicare una rendicontazione trasparente sulla gestione della risorsa idrica, ma non ricevono alcun certificato formale da parte di GRI.

	È tuttavia possibile, su base volontaria, sottoporre il report a una verifica indipendente da parte di terzi (Assurance), oppure richiedere a GRI un servizio di controllo formale (GRI Services) che verifica solo la corretta applicazione tecnica degli standard, ma non costituisce una certificazione.
Output	Alla fine, l'organizzazione riceve un parere di Assurance da allegare al report, che ne certifica la verifica da parte di un soggetto esterno (che non equivale ad una certificazione)
Ruolo del certificatore	Il ruolo della parte terza nella verifica volontaria di un report GRI è quello di valutare in modo indipendente la completezza, l'accuratezza e l'affidabilità delle informazioni rendicontate. La parte terza esamina i dati forniti, verifica le fonti e i processi di raccolta, valuta la coerenza con gli standard GRI applicati e rilascia un giudizio formale sul livello di conformità e attendibilità della rendicontazione. Il suo intervento rafforza la trasparenza e la credibilità del report nei confronti degli stakeholder.

Alliance for Water Stewardship Standard - Alliance for Water Stewardship (AWS)

L'Alliance for Water Stewardship (AWS) Standard è un'iniziativa volontaria internazionale che definisce un quadro di riferimento per la gestione responsabile e sostenibile della risorsa idrica da parte di siti operativi pubblici o privati. L'AWS Standard è uno standard certificabile, che può essere applicato da qualsiasi tipo di organizzazione, pubblica o privata, che gestisca un sito operativo con un'interazione significativa con la risorsa idrica. L'approccio è pensato per essere flessibile e adattabile a diversi settori e contesti territoriali.

Lo standard è stato pubblicato per la prima volta nel 2014 (con l'ultima versione aggiornata al 2019) dall'Alliance for Water Stewardship (AWS). AWS è un'organizzazione internazionale multi-stakeholder senza scopo di lucro che promuove l'uso responsabile dell'acqua attraverso la diffusione e l'implementazione del suo standard globale. Fondata per riunire aziende, ONG, enti pubblici e istituzioni scientifiche, AWS opera per migliorare la gestione dell'acqua a livello di sito e di bacino idrografico, favorendo soluzioni condivise tra tutti gli attori coinvolti. L'obiettivo principale dell'AWS è garantire che l'acqua sia utilizzata in modo equo, sostenibile ed efficace per le persone, l'ambiente e l'economia. Anche se l'Alliance for Water Stewardship è l'ente responsabile della sua elaborazione, lo standard è stato sviluppato con il supporto di collaborazioni con organizzazioni come The Nature Conservancy, WWF, Water Witness, CDP, Pacific Institute, e diverse aziende multinazionali, enti pubblici e istituzioni accademiche. Queste partnership hanno contribuito a garantire un approccio equilibrato, scientificamente solido e applicabile in contesti diversi.

Caratteristiche dello strumento	
Diffusione	Lo standard AWS ha una diffusione crescente a livello globale ed è applicato in oltre 20 Paesi, in particolare in aree con elevata pressione sulle risorse idriche. È adottato da numerose aziende multinazionali in vari settori, così come da enti pubblici e impianti municipali. La certificazione AWS è riconosciuta da investitori e stakeholder come strumento credibile per dimostrare la gestione sostenibile dell'acqua.
Campo di applicazione	Applicabile a livello globale; implementato in luoghi specifici (ad esempio, fabbriche, aziende agricole, impianti), considerando sia il livello di sito che quello di bacino.
Stakeholders coinvolti	Gli stakeholder coinvolti nello standard AWS includono tutte le parti interessate che interagiscono con la risorsa idrica a livello di sito o di bacino. Tra questi vi sono le comunità locali, le autorità pubbliche, i fornitori, i clienti, le ONG, le istituzioni scientifiche, gli altri utenti dell'acqua nel bacino idrografico e il personale interno dell'organizzazione. Il coinvolgimento attivo e continuo di questi stakeholder è un elemento centrale del processo di conformità allo standard, poiché l'acqua è considerata una risorsa condivisa la cui gestione sostenibile richiede dialogo, trasparenza e cooperazione. Oltre a questo, ci sono ovviamente gli stakeholders interni all'organizzazione che applica lo standard.
Condizioni di accesso & metodo di pagamento	L'applicazione dello standard AWS in sé è gratuita, poiché i documenti ufficiali sono liberamente accessibili. Tuttavia, ottenere la certificazione comporta dei costi, legati alla verifica da parte di un ente terzo e, eventualmente, ai servizi di supporto, formazione o consulenza. Pertanto, mentre l'uso dello standard come guida è gratuito, il processo di certificazione è a pagamento. Il pagamento per accedere alla certificazione AWS avviene direttamente tra l'organizzazione richiedente e l'ente di verifica accreditato, secondo le modalità definite da quest'ultimo.

È previsto un sistema di crediti?	No
--	----

Dettagli metodologici	
Descrizione	Lo standard AWS adotta un approccio basato su criteri e indicatori strutturati in cinque risultati attesi, che guidano l'organizzazione nell'implementazione di una gestione sostenibile dell'acqua a livello di sito operativo e di bacino idrografico. La metodologia prevede la raccolta e l'analisi di dati interni ed esterni, la valutazione dei rischi e delle interazioni con gli stakeholder, la definizione di obiettivi e piani d'azione, e la verifica dei progressi attraverso indicatori misurabili. Il processo è ciclico e si basa su principi di miglioramento continuo, trasparenza, coinvolgimento degli attori locali e coerenza con il contesto territoriale. La conformità allo standard è valutata attraverso audit esterni condotti da organismi accreditati.
Struttura metodologica	La metodologia dello standard AWS si basa su un approccio ciclico e integrato che guida l'organizzazione attraverso un processo strutturato di valutazione, pianificazione, attuazione, monitoraggio e comunicazione della gestione idrica. Il punto di partenza è la comprensione del contesto del sito e del bacino idrografico, attraverso la raccolta di dati quantitativi e qualitativi e il coinvolgimento degli stakeholder. Successivamente, l'organizzazione identifica i rischi, definisce obiettivi misurabili e sviluppa un piano d'azione coerente. Il processo prevede l'attuazione delle azioni, il monitoraggio dei risultati tramite indicatori, la verifica da parte di un ente terzo e la comunicazione trasparente dei progressi. La metodologia si fonda su cinque risultati attesi, ciascuno articolato in criteri e indicatori che coprono aspetti ambientali, sociali e gestionali legati all'acqua, con una forte attenzione al bacino idrografico come unità territoriale di riferimento.
Risultato atteso	Aver implementato un sistema. Nel contesto dello standard AWS, i cinque indicatori principali non sono singoli indicatori numerici, ma piuttosto cinque risultati attesi (outcomes) che rappresentano le aree chiave della gestione sostenibile dell'acqua. A ciascun risultato corrispondono criteri e indicatori di performance specifici, utilizzati per valutare la conformità dello standard. Ecco i cinque risultati attesi dello standard AWS 2.0: 1) Buona gestione dell'acqua a livello del sito: l'organizzazione dimostra di conoscere, misurare e gestire il proprio uso dell'acqua, migliorando l'efficienza e riducendo sprechi e impatti diretti. 2) Buono stato qualitativo e quantitativo delle risorse idriche nel bacino: il sito contribuisce alla conservazione o al miglioramento della quantità e qualità dell'acqua nel bacino in cui opera. 3) Buono stato delle aree importanti per l'acqua nel bacino: l'organizzazione contribuisce alla protezione e al ripristino degli ecosistemi acquatici e delle aree chiave per il ciclo idrologico. 4) Governance efficace e inclusiva dell'acqua: il sito partecipa attivamente a processi di governance idrica nel bacino, promuovendo trasparenza, inclusione e rispetto delle normative. 5) Equità sociale e benefici economici per tutti: l'organizzazione garantisce che la gestione dell'acqua generi benefici condivisi per le comunità locali, altri utenti dell'acqua e i dipendenti, contribuendo al benessere collettivo. Ogni risultato è suddiviso in criteri e accompagnato da indicatori specifici che devono essere verificati durante il processo di certificazione.

Sistema di monitoraggio	Le prestazioni vengono misurate nel tempo in base a indicatori specifici, tra cui il bilancio idrico, la qualità dell'acqua, le pratiche di governance e i benefici per la comunità. La raccolta dei dati e la rendicontazione sono parte integrante del processo di certificazione. È sempre richiesto un piano di miglioramento.
Valutazione della quantità di acqua	Sì, lo standard AWS richiede che l'organizzazione misuri e riporti la quantità di acqua prelevata, consumata e scaricata. Questi dati devono essere raccolti in modo accurato per tutte le fonti e gli usi rilevanti del sito. La quantità d'acqua è generalmente espressa in metri cubi (m ³), anche se è possibile utilizzare altre unità di misura equivalenti, purché siano coerenti e comparabili nel tempo.
Valutazione della qualità di acqua	Sì, lo standard valuta la qualità dell'acqua, in particolare quella scaricata, che deve essere monitorata e confrontata con i limiti previsti dalla normativa locale o da standard ambientali riconosciuti. In alcuni casi può essere richiesta anche la valutazione della qualità dell'acqua prelevata o utilizzata. La qualità viene valutata attraverso analisi chimico-fisiche dei parametri rilevanti, documentazione dei processi di trattamento e confronto con gli standard normativi o con gli impatti sugli ecosistemi e sulla salute pubblica. Le evidenze devono essere documentate e verificabili.
Valutazione degli impatti sull'ambiente	Non viene fornita una metodologia per la valutazione degli impatti, ma si fa riferimento al fatto che si debbano fornire indicazioni sulla embedded water, calcolata tramite i vari strumenti disponibili.

Sistema di verifica o certificazione	
È possibile ottenere una certificazione?	È possibile ottenere la certificazione AWS. Lo standard prevede un percorso formale di verifica da parte di enti terzi, che rilasciano la certificazione per singoli siti operativi. Water Stewardship Assurance Services (WSAS) è l'ente di certificazione per il sistema di standard AWS. La certificazione avviene attraverso un audit indipendente che valuta la conformità ai criteri e agli indicatori dello standard. I revisori esaminano documentazione, dati operativi, interazioni con gli stakeholder e risultati ottenuti. In base al livello di adempimento e di leadership dimostrato, il sito può ottenere la certificazione AWS nei livelli Core, Gold o Platinum. Iter di certificazione è molto lungo e articolato. Il processo avviene tramite anche l'utilizzo di uno specifico portale.
Output	L'output dell'iter di certificazione AWS è il rilascio ufficiale di un certificato di conformità riferito al sito operativo valutato. Il certificato indica il livello raggiunto — Core, Gold o Platinum — in base al grado di adempimento ai requisiti dello standard e al livello di leadership dimostrato nella gestione sostenibile dell'acqua. Insieme al certificato, l'organizzazione ottiene il diritto di utilizzare il marchio AWS per fini di comunicazione e rendicontazione, secondo le linee guida previste.
Ruolo del certificatore	Revisori terzi verificano la conformità ai criteri dello standard AWS e concedono la certificazione. I livelli di certificazione (Core, Gold, Platinum) dipendono dal grado di conformità e di leadership dimostrato.

Water Footprint Assessment - Water Footprint Network (WFN)

Il Water Footprint Assessment è un'iniziativa metodologica volontaria basata su un approccio scientifico sviluppato per valutare in modo trasparente e comparabile l'uso dell'acqua lungo la catena del valore di prodotti, processi, individui o territori. Non è uno standard nel senso formale e certificabile del termine, quindi, non è uno standard normativo né un sistema di certificazione, ma un quadro metodologico, riconosciuto a livello internazionale, applicabile in modo indipendente da organizzazioni pubbliche o private per analisi ambientali, politiche di sostenibilità o gestione delle risorse idriche.

La definizione di Water footprint e la successiva definizione metodologica del Water Footprint Assessment, deriva dal lavoro fatto dalla Water Footprint Network, un'iniziativa internazionale volontaria e multi-stakeholder, fondata per promuovere la trasparenza, la sostenibilità e l'equità nell'uso dell'acqua. Il manuale è stato pubblicato per la prima volta nel 2011 e attualmente vede un suo ampio utilizzo.

Caratteristiche dello strumento	
Diffusione	Il Water Footprint Assessment ha una diffusione ampia a livello internazionale, soprattutto in ambito accademico, nella ricerca scientifica e nei progetti di cooperazione e gestione integrata delle risorse idriche. È stato applicato in centinaia di studi in tutto il mondo per valutare l'uso dell'acqua in agricoltura, industria, prodotti di largo consumo e bacini idrografici. Tuttavia, il suo impiego in ambito aziendale o nei sistemi di rendicontazione formale è più limitato rispetto ad approcci come ISO 14046.
Campo di applicazione	La valutazione del Water Footprint Assessment si applica all'uso dell'acqua lungo l'intero ciclo di vita di un prodotto, processo, attività, persona, impresa o territorio.
Stakeholders coinvolti	Nel contesto del Water Footprint Assessment, gli stakeholder coinvolti dipendono dall'oggetto della valutazione, ma in generale includono tutti i soggetti che influiscono sull'uso dell'acqua o ne subiscono le conseguenze. Possono essere coinvolti agricoltori, imprese manifatturiere, fornitori, enti pubblici, autorità idriche, ONG ambientali, comunità locali, consumatori e ricercatori. Questi attori possono contribuire con dati, conoscenze locali, feedback sulla gestione dell'acqua e supporto nella definizione di strategie di riduzione o allocazione più equa della risorsa. Il coinvolgimento degli stakeholder non è un requisito formale del metodo, ma è considerato utile per garantire trasparenza, accuratezza e legittimità ai risultati della valutazione.
Condizioni di accesso & metodo di pagamento	Le condizioni di accesso per realizzare una Water Footprint Assessment sono totalmente aperte e volontarie. Il metodo è pubblico, gratuito e descritto nel manuale ufficiale della Water Footprint Network, che può essere utilizzato liberamente da chiunque voglia applicarlo. Non è richiesta alcuna autorizzazione formale, iscrizione o registrazione, e non esiste un sistema di licenza. Tuttavia, per realizzare una WFA completa è necessario disporre di dati affidabili su prelievi, consumi e scarichi d'acqua lungo la filiera, oltre a competenze tecniche per seguire correttamente le fasi metodologiche previste.
È previsto un sistema di crediti?	No

Dettagli metodologici	
Descrizione	La metodologia del Water Footprint Assessment si basa sulla quantificazione e analisi dei volumi d'acqua utilizzati e inquinati lungo il ciclo di vita di un prodotto, processo, attività o sistema. Adotta una struttura autonoma articolata in quattro fasi

	specifiche (queste hanno una logica simile all'analisi LCA, ma orientata alla quantificazione volumetrica dell'acqua), le 4 fasi sono le seguenti: 1) Impostazione dell'analisi: definizione dell'oggetto di studio, dei confini e dei dati necessari. 2) Contabilità dell'impronta idrica: calcolo dei volumi di acqua blue, green e grey associati. 3) Valutazione della sostenibilità: confronto tra l'impronta idrica e la disponibilità locale della risorsa, analizzando se l'uso è sostenibile nel bacino idrografico. 4) Risposte strategiche: identificazione di misure per ridurre, compensare o gestire l'impronta idrica, anche attraverso il coinvolgimento degli stakeholder.
Struttura metodologica	La struttura metodologica del Water Footprint Assessment è articolata in quattro fasi principali. La prima fase consiste nella definizione dell'oggetto di studio, dei confini spaziali e temporali, e nell'identificazione delle fonti dati. La seconda fase riguarda il calcolo dell'impronta idrica, suddivisa in blue, green e grey water, lungo la filiera del prodotto o del processo considerato. La terza fase prevede la valutazione della sostenibilità, in cui i risultati quantitativi vengono messi in relazione con la disponibilità idrica locale e le condizioni del bacino idrografico. Infine, la quarta fase consiste nella formulazione di risposte, ovvero l'identificazione di strategie di riduzione, mitigazione o miglioramento, anche attraverso il coinvolgimento degli stakeholder.
Risultato atteso	A livello pratico, il risultato atteso del Water Footprint Assessment è una valutazione dettagliata e quantificata dei volumi di acqua utilizzata e inquinata (blue, green e grey), associati a un prodotto, processo, attività o territorio, lungo tutta la catena di fornitura. Questo consente di individuare le fasi più critiche dal punto di vista del consumo idrico, localizzare geograficamente gli impatti, e supportare decisioni per ridurre, riassegnare o gestire in modo più sostenibile l'uso della risorsa. Il risultato pratico è quindi una base operativa per strategie di efficienza, comunicazione trasparente e gestione responsabile dell'acqua.
Sistema di monitoraggio	Il Water Footprint Assessment non prevede un sistema di monitoraggio strutturato e continuo come parte obbligatoria della metodologia, ma incoraggia il riesame periodico dei dati e delle valutazioni per garantire aggiornamenti coerenti nel tempo.
Valutazione della quantità di acqua	Sì, il WFA valuta la quantità totale di acqua utilizzata e inquinata lungo l'intero ciclo di vita di un prodotto, processo o attività. La misurazione è uno degli elementi centrali della metodologia. La quantità di acqua è espressa in metri cubi (m³). Il metodo distingue tra tre componenti dell'impronta idrica: blue water (acqua prelevata da fonti superficiali o sotterranee), green water (acqua piovana evaporata o incorporata nei prodotti) e grey water (volume di acqua necessario a diluire gli inquinanti fino a livelli accettabili).
Valutazione della qualità dell'acqua	Sì, ma solo indirettamente, attraverso il calcolo della grey water footprint, che rappresenta la quantità d'acqua necessaria a diluire una data concentrazione di inquinanti per rispettare standard ambientali o normativi. Non viene fatta un'analisi diretta della qualità chimica o fisica dell'acqua, ma si parte da dati noti sugli inquinanti generati. La qualità viene considerata nella componente grey, dove si calcola il volume di acqua richiesto per assimilare un carico inquinante specifico (es. nitrati, fosfati, pesticidi), basandosi su valori soglia e concentrazione naturale dell'inquinante nel corpo idrico ricevente.
Valutazione degli impatti sull'ambiente	WFA non valuta direttamente gli impatti ambientali come pressione sugli ecosistemi o stress idrico. Non viene condotta una impatti ambientali mediante modelli di caratterizzazione, come avviene ad esempio nell'LCA. Tuttavia, viene valutato se l'impronta idrica calcolata sia o meno sostenibile in termini in relazione al riferimento considerato.

Sistema di verifica o certificazione	
È possibile ottenere una certificazione?	No, la metodologia Water Footprint Assessment non prevede la possibilità di ottenere una certificazione o una verifica ufficiale da parte di terzi. Non esiste un sistema accreditato di audit, né un ente preposto al rilascio di certificazioni formali legate all'applicazione del metodo. Tuttavia, è possibile condurre una verifica in maniera volontaria, quindi una revisione dell'applicazione corretta della metodologia.
Output	/
Ruolo del certificatore	/

ISO 14046:2014 - International Organization for Standardization (ISO)

La ISO 14046:2014 è una norma internazionale che fornisce linee guida per la valutazione dell'impronta idrica di un prodotto o di un'organizzazione, basata sui principi dell'analisi del ciclo di vita (LCA). Questa valutazione permette di misurare e comprendere gli impatti ambientali legati all'uso dell'acqua in tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto o servizio. La norma fornisce un quadro metodologico che aiuta le organizzazioni a prendere decisioni informate sulla gestione delle risorse idriche e a migliorare la loro sostenibilità complessiva.

La ISO 14046 è stata redatta dal Comitato tecnico ISO/TC 207, che si occupa di gestione ambientale all'interno dell'Organizzazione internazionale di standardizzazione (ISO). Fondata nel 1947, ISO è un ente indipendente e non governativo che riunisce gli organismi di normazione di oltre 160 Paesi. L'organizzazione sviluppa e pubblica standard internazionali volontari per promuovere la qualità, la sicurezza e la sostenibilità nei processi, nei prodotti e nei servizi in vari settori. Gli standard ISO sono il risultato di un processo partecipativo che coinvolge esperti di diverse aree, tra cui industria, accademia, istituzioni e società civile, e sono fondamentali per garantire pratiche ambientali responsabili e globalmente riconosciute.

Caratteristiche dello strumento	
Diffusione	La norma ISO 14046 ha una diffusione a livello globale, soprattutto tra aziende e organizzazioni che operano in settori ad alta intensità idrica.
Campo di applicazione	La norma ISO 14046 si applica a qualsiasi organizzazione pubblica o privata che desideri valutare, comprendere e comunicare i potenziali impatti ambientali legati all'uso dell'acqua associati a prodotti, processi o organizzazioni, lungo l'intero ciclo di vita.
Stakeholders coinvolti	Le principali parti interessate sono le organizzazioni oggetto di studio o che producono il prodotto oggetto di studio, con i vari stakeholders del ciclo di vita. L'analisi coinvolge il professionista che esegue la valutazione ed eventualmente chi conduce la verifica. Altre parti interessate sono le comunità e le amministrazioni locali che possono trarre un beneficio indiretto da un miglioramento delle risorse idriche come risultato della valutazione dell'impronta idrica.
Condizioni di accesso & metodo di pagamento	Non vi è alcun requisito preliminare per l'applicazione dello standard. Tuttavia, per verificare la valutazione, è necessario essere pienamente conformi ai requisiti e alle linee guida dello standard (ad esempio, con un'analisi d'inventario trasparente e dettagliata che tenga conto della prospettiva del ciclo di vita). L'applicazione della norma ISO comporta un costo, non di accesso ma costi legati ai servizi di consulenza o di audit; Infatti, i costi sono legati al lavoro svolto per quantificare e potenzialmente verificare l'impronta idrica. Non è richiesta alcuna adesione particolare e quindi non è previsto alcun costo.
È previsto un sistema di crediti?	No

Dettagli metodologici	
Descrizione	La norma ISO 14046:2014 fornisce un quadro di riferimento per la valutazione dell'impronta idrica di prodotti, processi e organizzazioni basata sulla valutazione del ciclo di vita (LCA). Stabilisce principi, requisiti e linee guida per la conduzione e la rendicontazione di una valutazione dell'impronta idrica relativa all'uso dell'acqua e alla qualità dell'acqua durante l'intero ciclo di vita. Nella valutazione sono incluse solo le emissioni nell'aria e nel suolo che hanno un impatto sulla qualità dell'acqua, e non tutte le emissioni nell'aria e nel suolo. Il risultato di una valutazione dell'impronta idrica è un singolo valore o un profilo di risultati di indicatori di impatto.

	Lo standard enfatizza la trasparenza, la coerenza e la riproducibilità, garantendo la credibilità scientifica dei risultati. Mentre la rendicontazione rientra nello scopo della ISO 14046:2014, la comunicazione dei risultati dell'impronta idrica, ad esempio sotto forma di etichette o dichiarazioni, non rientra nello scopo della ISO 14046:2014. Caratteristiche principali: 1. Prospettiva del ciclo di vita per evitare di spostare gli impatti da una fase all'altra o da un luogo all'altro. 2. Valutazione dell'uso dell'acqua (prelievo, consumo e scarico) e degli impatti sulla qualità. 3. Compatibilità con la norma ISO 14044 per valutazioni ambientali più ampie. 4. Flessibilità di applicazione, che consente studi sull'impronta idrica autonomi o l'integrazione con altre attività di LCA.
Struttura metodologica	La metodologia della norma ISO 14046 si basa sull'approccio del Life Cycle Assessment (LCA) ed è strutturata secondo le quattro fasi fondamentali previste dalla ISO 14040: definizione degli obiettivi e del campo di applicazione, analisi dell'inventario, valutazione degli impatti ambientali e interpretazione dei risultati. All'interno di questo quadro, la ISO 14046 specifica come valutare gli impatti potenziali legati all'acqua, come scarsità, degradazione della qualità e alterazione del regime idrologico. L'analisi può riguardare un prodotto, un processo o un'organizzazione, e considera sia l'uso diretto che indiretto dell'acqua, tenendo conto della localizzazione geografica e delle condizioni del bacino idrografico. La norma richiede che i risultati siano espressi tramite indicatori ambientali coerenti e scientificamente fondati, con attenzione alla trasparenza, alla tracciabilità dei dati e alla significatività degli impatti.
Risultato atteso	Il risultato atteso dell'applicazione della ISO 14046 è infatti la definizione di un "water footprint profile", ovvero un profilo ambientale legato all'uso dell'acqua. Questo profilo sintetizza i potenziali impatti ambientali associati alla risorsa idrica lungo il ciclo di vita di un prodotto, processo o organizzazione.
Sistema di monitoraggio	Nel caso della ISO 14046 si possono considerare due tipi di monitoraggio. Uno dal lato dell'organizzazione e uno dal lato del processo di verifica. Per effettuare una valutazione dell'impronta idrica di un'azienda o di un prodotto, è necessario condurre la fase di analisi dell'inventario (monitoraggio dell'uso, del prelievo e del rilascio di acqua e dei cambiamenti nella qualità dell'acqua). In questa fase, le informazioni e i dati che caratterizzeranno lo studio vengono "monitorati", cioè, raccolti attraverso un modulo di raccolta. D'altra parte, dal punto di vista del processo di verifica, la realizzazione di un'impronta idrica è legata all'obiettivo dello studio. Se, ad esempio, l'obiettivo è quello di valutare l'impronta idrica in un determinato momento, non ci sono requisiti per valutare l'evoluzione nel tempo, ma se l'obiettivo è una valutazione nel corso degli anni, allora si ribadisce la necessità di essere conformi all'obiettivo dello studio.
Valutazione della quantità di acqua	Sì, applicando la norma ISO 14046 si valuta anche la quantità di acqua utilizzata, ma sempre in funzione della sua rilevanza per gli impatti ambientali. La quantità viene valutata come parte dell'analisi dell'inventario, in cui si raccolgono i dati sui flussi d'acqua in ingresso e in uscita lungo il ciclo di vita del prodotto, processo o organizzazione oggetto di studio. L'acqua è distinta per fonte e per tipo di uso, e i volumi sono espressi in metri cubi (m³). Tuttavia, a differenza di approcci puramente volumetrici, nella ISO 14046 questi dati non costituiscono il risultato finale, ma sono utilizzati per calcolare gli impatti ambientali potenziali legati all'uso dell'acqua, come lo stress idrico o la degradazione della qualità della risorsa.

Valutazione della quantità di acqua	Sì, applicando la norma ISO 14046 si valuta anche la qualità dell'acqua, ma sempre in relazione ai potenziali impatti ambientali associati alla degradazione della risorsa. La qualità è considerata nei flussi di scarico presenti nell'analisi dell'inventario e viene valutata nella fase di valutazione dell'impatto, attraverso modelli che stimano gli effetti delle sostanze inquinanti sull'ambiente, come l'ecotossicità acquatica o l'acidificazione delle acque. La valutazione avviene tramite modelli di caratterizzazione integrati nei metodi LCA (es. ReCiPe, USEtox), che traducono i carichi inquinanti in indicatori di impatto potenziale, piuttosto che in semplici concentrazioni o volumi di acqua contaminata. In questo modo, la qualità dell'acqua è considerata non solo come parametro fisico-chimico, ma come fattore che contribuisce a impatti ambientali misurabili e confrontabili.
Valutazione degli impatti sull'ambiente	Sì, l'output dell'impronta idrica secondo la norma è proprio una quantificazione dei potenziali impatti ambientali del prodotto o organizzazione considerata.

Sistema di verifica o certificazione	
È possibile ottenere una certificazione?	No, l'applicazione della norma ISO 14046 non dà luogo automaticamente a una certificazione. Tuttavia, è possibile sottoporre uno studio basato sulla ISO 14046 a una verifica indipendente o a una revisione critica esterna, secondo quanto previsto anche per gli studi LCA in generale. Il processo di revisione critica segue i principi definiti dalla norma ISO 14071:2014 che ne definisce i requisiti e linee guida. Questa verifica può essere effettuata da esperti terzi per garantire la correttezza metodologica, la coerenza con i requisiti normativi e l'affidabilità dei risultati. La verifica di uno studio condotto secondo la ISO 14046 avviene in modo simile a quella prevista per uno studio LCA. L'organizzazione può incaricare uno o più esperti indipendenti, non coinvolti nella realizzazione dello studio, di condurre una revisione critica. Questa verifica consiste nell'analisi della coerenza metodologica con la norma, nella valutazione della qualità e trasparenza dei dati, della tracciabilità delle fonti, della corretta applicazione dei modelli di impatto e della significatività delle conclusioni.
Output	Si ottiene un parere tecnico indipendente che attesta la conformità dello studio ai requisiti metodologici della norma. Questo documento, solitamente redatto sotto forma di relazione di revisione critica, conferma che lo studio è stato eseguito correttamente, in modo trasparente, coerente e tracciabile. Può essere utilizzato per aumentare la credibilità dei risultati, supportare la comunicazione esterna, giustificare decisioni strategiche o essere allegato a documentazione aziendale, come report di sostenibilità o dossier tecnici. Sebbene non equivalga a una certificazione, rappresenta un riconoscimento formale della qualità dello studio.
Ruolo del certificatore	Per verificare la validità della valutazione, è necessario passare attraverso il processo di verifica. In questo caso gli attori coinvolti sono l'azienda da valutare, quella che conduce l'analisi dell'impronta idrica e un ente terzo. In questo caso il ruolo dell'ente terzo è quello di verificare la conformità alla norma ISO 14046.

Certificazione Goccia Verde - Associazione Nazionale dei Consorzi di Gestione e Tutela del Territorio e Acque Irrigue (ANBI)

La certificazione Goccia Verde è una certificazione privata e volontaria che promuove l'uso sostenibile dell'acqua e la tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche. Destinata principalmente a enti pubblici e privati coinvolti nella gestione delle acque, questa certificazione si concentra su pratiche che riducono l'impatto dell'uso idrico, promuovendo una gestione responsabile e sostenibile.

Gestita dall'ANBI (Associazione Nazionale dei Consorzi di Gestione e Tutela del Territorio e Acque Irrigue), la certificazione Goccia Verde ha ottenuto il patrocinio scientifico del CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria), l'ente pubblico di ricerca italiano più importante nel settore agroalimentare. ANBI, che rappresenta i consorzi di bonifica e irrigazione in Italia, supporta e coordina le attività dei consorzi, lavorando per la gestione ottimale delle acque e del suolo, la difesa idraulica e lo sviluppo sostenibile del territorio rurale, sostenendo anche la diffusione della certificazione Goccia Verde per garantire pratiche di gestione sostenibile in Italia.

Caratteristiche dello strumento	
Diffusione	La certificazione Goccia Verde è applicabile solo in Italia e attualmente si trova in una fase iniziale di diffusione. La sua adozione è al momento limitata ma in crescita, con l'obiettivo di estendersi progressivamente su scala nazionale come strumento riconoscibile per attestare la sostenibilità dell'uso irriguo dell'acqua. Nonostante sia applicabile esclusivamente in ambito italiano, ANBI promuove l'iniziativa anche come esempio di buona pratica, con potenziale interesse per il dialogo a livello europeo.
Campo di applicazione	Il campo di applicazione della certificazione Goccia Verde riguarda il settore agricolo, con riferimento specifico all'uso dell'acqua per scopi irrigui. Si applica ad aziende agricole, consorzi di bonifica e altri soggetti che operano nella gestione delle risorse idriche per l'irrigazione.
Stakeholders coinvolti	Gli stakeholder coinvolti nella certificazione Goccia Verde comprendono, in primo luogo, le aziende agricole e i consorzi di bonifica, che sono i soggetti direttamente interessati alla certificazione. Sono coinvolti anche l'ente terzo di verifica e ANBI, promotore e gestore del sistema. Inoltre, possono essere coinvolti indirettamente enti pubblici, ricercatori, utenti del territorio, organizzazioni ambientali e consumatori, in quanto beneficiari della trasparenza e della garanzia sull'uso sostenibile dell'acqua.
Condizioni di accesso & metodo di pagamento	Le condizioni di accesso alla certificazione Goccia Verde prevedono l'adesione volontaria da parte di aziende agricole, consorzi di bonifica o altri soggetti interessati. Per accedere, è necessario sottoporsi a una verifica tecnica, sulla base dei criteri stabiliti dal disciplinare ANBI. Non sono richiesti prerequisiti obbligatori, ma è fondamentale dimostrare trasparenza, tracciabilità e coerenza con i principi della certificazione. La certificazione Goccia Verde è a pagamento. Trattandosi di una certificazione volontaria con verifica condotta da un ente terzo, sono previsti costi per l'audit, la valutazione tecnica e il rilascio del certificato. L'importo può variare in base alla dimensione dell'organizzazione, alla complessità delle attività irrigue e all'estensione del territorio coinvolto.
È previsto un sistema di crediti?	No

Dettagli metodologici	
Descrizione	La metodologia della certificazione Goccia Verde si fonda su un sistema strutturato di verifica che valuta la sostenibilità tecnica, ambientale e gestionale dell'uso irriguo dell'acqua in ambito agricolo, secondo criteri definiti in un disciplinare tecnico. L'approccio richiede la raccolta sistematica di dati relativi a diversi aspetti: l'origine e i volumi dell'acqua utilizzata, l'efficienza dei sistemi irrigui adottati, la gestione del servizio irriguo (inclusi aspetti di manutenzione, innovazione tecnologica e risparmio idrico), la tracciabilità delle operazioni e il rispetto di normative ambientali. Gli indicatori analizzati includono parametri quantitativi (come volumi irrigui, efficienza di distribuzione, dispersioni idriche) e parametri qualitativi (come la gestione ambientale del sistema irriguo, le modalità di erogazione del servizio, il coinvolgimento del territorio). Gli standard di riferimento sono adattati al contesto agricolo italiano. In sintesi, la certificazione combina una valutazione tecnica dei dati con l'osservazione diretta sul campo e punta a riconoscere le realtà che dimostrano un uso dell'acqua efficiente, sostenibile, tracciabile e coerente con le esigenze del territorio.
Struttura metodologica	/
Risultato atteso	Il risultato atteso della certificazione Goccia Verde è il rilascio di un attestato ufficiale che dimostri che l'azienda agricola o il consorzio di bonifica gestisce l'acqua per l'irrigazione in modo sostenibile, efficiente e tracciabile, secondo i criteri definiti nel disciplinare.
Sistema di monitoraggio	Sì, la certificazione Goccia Verde prevede un sistema di monitoraggio come parte integrante del processo. I soggetti certificati devono raccogliere e aggiornare regolarmente i dati relativi all'uso dell'acqua, ai volumi irrigui, all'efficienza delle infrastrutture e alle pratiche di gestione. Questo monitoraggio consente di verificare la continuità del rispetto dei criteri nel tempo e costituisce la base per eventuali controlli successivi o rinnovi della certificazione.
Valutazione della quantità di acqua	Sì, viene valutata la quantità di acqua prelevata e utilizzata per l'irrigazione, attraverso dati misurabili forniti dal gestore o dall'azienda agricola. I volumi sono generalmente rilevati tramite strumenti di misura (contatori, telecontrolli, bilanci irrigui) e confrontati con parametri di efficienza idrica e disponibilità territoriale.
Valutazione della qualità dell'acqua	Sì, ma in modo indiretto. La qualità dell'acqua viene valutata in relazione al rispetto delle normative ambientali, all'idoneità dell'acqua per l'uso irriguo e all'eventuale impatto sugli ecosistemi irrigati. Non è richiesta un'analisi chimica approfondita, ma viene considerata la compatibilità dell'acqua con le colture e l'ambiente.
Valutazione degli impatti sull'ambiente	Gli impatti ambientali vengono considerati in modo qualitativo e gestionale, più che modellistico. Si valutano aspetti come l'uso efficiente delle risorse, la riduzione delle perdite, la salvaguardia del suolo e degli ecosistemi legati all'irrigazione. Tuttavia, non vengono calcolati indicatori di impatto ambientale secondo approcci LCA o metodologie standardizzate come la ISO 14046.

Sistema di verifica o certificazione	
È possibile ottenere una certificazione?	Sì, è possibile ottenere la certificazione Goccia Verde, su base volontaria, da parte di aziende agricole, consorzi di bonifica o altri soggetti che gestiscono l'acqua per scopi irrigui e intendono dimostrare la sostenibilità delle proprie pratiche. La certificazione si ottiene presentando domanda a uno degli enti certificatori accreditati (Checkfruit, CCPB o CSQA) e sottoponendosi a un audit tecnico, durante il quale vengono valutati dati sull'uso dell'acqua, sull'efficienza delle tecniche irrigue, sulla tracciabilità e sulla gestione ambientale. L'audit si basa sui criteri previsti dal disciplinare elaborato da ANBI.

Output	Il risultato è un certificato ufficiale di conformità alla certificazione Goccia Verde, che attesta la gestione sostenibile e tracciabile dell'acqua per l'irrigazione. Il certificato può essere utilizzato a fini di comunicazione, rendicontazione o per l'accesso a filiere e mercati attenti alla sostenibilità ambientale.
Ruolo del certificatore	L'ente terzo (Checkfruit, CCPB o CSQA) ha il compito di verificare in modo indipendente la conformità ai requisiti del disciplinare, attraverso l'analisi della documentazione tecnica, sopralluoghi e interviste. Il suo ruolo è garantire imparzialità, trasparenza e affidabilità nel processo di certificazione.

CAPITOLO 3: DISCUSSIONE

Confronto delle iniziative

Di seguito si presenta un confronto tra le metodologie analizzate. In particolare, per orientarsi tra le diverse opzioni disponibili, viene fornita un'analisi sistematica delle iniziative esaminate, con l'obiettivo di metterne in evidenza le caratteristiche, gli ambiti di applicazione e il rigore metodologico. La tabella seguente sintetizza i tratti distintivi delle otto iniziative considerate, mentre il paragrafo successivo ne propone un'analisi critica e comparativa.

	#	Caratteristiche dello schema	Water Risk Filter	Aqueduct Tools	Collecting the Drops	GRI 303: Acqua e scarichi idrici 2018	Alliance for Water Stewardship Standard	Water Footprint Assessment	ISO 14046:2014	Certificazione e Goccia Verde
Informazioni generali	1	È uno standard?	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si
	2	È un tool online?	Si	Si	Si	No	No	No	No	No
	3	È un sistema di rendicontazione?	No	No	No	Si	No	No	No	No
	4	Quale istituzione lo ha sviluppato?	WBCSD	WRI	GEMI	GRI	AWS	WFN	ISO	ANBI
	5	Dove si applica?	Globale	Globale	Principalmente USA	Globale	Globale	Globale	Globale	Italia
	6	È attualmente attivo?	Attivo	Attivo	Attivo	Attivo	Attivo	Attivo	Attivo	Attivo
	7	Alle organizzazioni di quale settore si applica?	Qualunque utilizzatore della risorsa idrica	Qualunque utilizzatore della risorsa idrica	Qualunque utilizzatore della risorsa idrica	Qualunque utilizzatore della risorsa idrica	Qualunque utilizzatore della risorsa idrica	Qualunque utilizzatore della risorsa idrica	Qualunque utilizzatore della risorsa idrica	Settore agricolo

	8	Quale è il costo?*	€	€	€	€	€€	€€	€€€	€€€
Check	9	Si può certificare?	No	No	No	No	Si	No	No	Si
	10	Si può condurre una verifica di terza parte?	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si
Metodologia	11	Si definisce l'impronta idrica?	No	No	No	No	No	Si	Si	Si
	12	Si conduce un Risk Assessment?	Si	Si	Si	No	Si	No	No	No
	13	Si valutano i potenziali ambientali secondo approcci modellistici LCA?	No	No	No	No	No	No	Si	No
	14	Si valuta la sostenibilità?	No	No	No	No	Si	Si	No	No
	15	Prevede la definizione di strategie di miglioramento?	No	No	No	No	Si	Si	No	No
	16	Prevede un sistema di monitoraggio?	No, è uno screenshot del momento	No, è uno screenshot del momento	No, è uno screenshot del momento	No, è uno screenshot del momento	Si	No, è uno screenshot del momento	No, è uno screenshot del momento	Si
	17	Quali sono i confini dell'analisi?	Siti produttivi	Siti produttivi	Siti produttivi	Siti produttivi	Siti produttivi	cradle to grave	cradle to grave	Siti produttivi
	18	Si adotta una prospettiva di ciclo di vita?	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
	19	Si va oltre il calcolo del prelievo idrico?	No	No	No	No	Si	Si	Si	No

***Legenda:** € = costo interno all'organizzazione per condurre l'analisi, il metodo è gratuito; €€ = costi interni per condurre l'analisi e tool/ standard a pagamento; €€€ = costi interni per condurre l'analisi, tool/ standard a pagamento e costo per la verifica.

Legenda colori: verde: punti di forza, rosso: possibili criticità.

Tabella 1: Iniziative a confronto

L'analisi comparativa degli strumenti e standard volontari per la gestione della risorsa idrica evidenzia una notevole eterogeneità di approcci, funzionalità e finalità. Tra le otto iniziative analizzate, si distinguono tre grandi categorie:

- Standard normativi e di certificazione: *Alliance for Water Stewardship Standard (AWS)*, *ISO 14046:2016*, *Certificazione Goccia Verde*, *GRI 303*
- Framework o guideline: *Water Footprint Assessment (WFA)*, *Collecting the Drops*
- Tool operativi online di valutazione del rischio: *Water Risk Filter (WRF)*, *Aqueduct Tools*

Solo AWS e ISO 14046 sono **standard internazionali** con un impianto metodologico consolidato e certificabile (anche se la ISO non prevede esplicitamente la certificazione, solamente una verifica da parte terza), mentre strumenti come WRF e Aqueduct sono concepiti come tool online di analisi del rischio, utili per una valutazione preliminare, ma non per un processo strutturato e tracciabile di rendicontazione o certificazione.

La **possibilità di certificazione o verifica da parte terza** è garantita solo per AWS, ISO 14046, Goccia Verde e WFA. Questo consente una maggiore trasparenza, credibilità e robustezza all'analisi.

Emergono differenze sostanziali tra **strumenti di valutazione quantitativa** degli impatti ambientali (es. ISO 14046) e **strumenti di gestione qualitativa e governance** (es. Water Footprint Assessment AWS, GRI 303). Si nota in particolare che la norma ISO 14046 e WFA sono gli unici che:

1. valutano l'impronta idrica in modo scientificamente strutturato;
2. applicano un approccio Life Cycle based;
3. quantificano gli impatti ambientali sull'acqua attraverso indicatori e modelli.

Lo standard AWS, seppure non basato sull'analisi LCA, integra fortemente la governance partecipativa, con attenzione a equità e coinvolgimento stakeholder, aspetto meno marcato in ISO e WFA.

L'analisi dimostra che non esiste uno strumento universale, ma piuttosto una complementarità tra strumenti. In sintesi, emerge che ogni strumento offre specifici punti di forza e trova la sua efficacia se integrato in una strategia più ampia. I tool di analisi del rischio forniscono un primo screening geolocalizzato utile in fase preliminare, ottimi per mappare vulnerabilità idriche e orientare priorità. **Le metodologie tecniche (ISO e WFA) consentono l'analisi dell'impronta idrica, con il WFA più orientato alla gestione della risorsa e la ISO all'analisi degli impatti ambientali.** Gli standard di rendicontazione (GRI) e certificazione (AWS) rappresentano strumenti di governance e comunicazione in contesti aziendali strutturati. Infine, la certificazione Goccia Verde rappresenta un approccio di settore.

La scelta dello strumento più adatto dipende dal contesto, dalle esigenze e dalle finalità dello studio che si vuole condurre.

Input per il progetto

3.1 Analisi delle iniziative

L'analisi comparativa dei vari strumenti e standard volontari per la gestione sostenibile della risorsa idrica ha permesso di evidenziare diversi aspetti positivi che potrebbero essere utili ai fini del progetto Life Svolta Blu. Sebbene non esista un metodo universale che possa applicarsi a tutte le situazioni, dalla sintesi delle migliori pratiche emerse si possono trarre indicazioni preziose per garantire un sistema solido, trasparente e in grado di incentivare un miglioramento continuo nella gestione delle risorse idriche.

1. Valutazione dell'impronta idrica

Sono stati individuati gli strumenti di Water Footprint Assessment e ISO 14046 come gli unici metodi per la valutazione dell'impronta idrica. Entrambi i metodi presentano aspetti positivi e alcuni limiti, discussi nel dettaglio nel prossimo capitolo. Tuttavia, sono entrambi metodi riconosciuti e scientificamente basati, per cui è anche possibile prevedere un'applicazione congiunta dei due strumenti.

2. Valutazione della sostenibilità dell'impronta idrica

Un aspetto particolarmente interessante è la valutazione della sostenibilità dell'impronta idrica di un prodotto, come proposto dalla Water Footprint Assessment (WFA). La possibilità di confrontare l'impronta idrica di un prodotto con un benchmark di riferimento. Questo approccio potrebbe essere utile nel successivo sistema di crediti idrici.

3. Integrazione della valutazione del rischio idrico

Un altro aspetto utile emerso è la valutazione del rischio idrico. La capacità di identificare e monitorare il rischio idrico associato a determinate attività o aree geografiche è cruciale per una gestione più equa e consapevole della risorsa. Includere questa dimensione potrebbe aiutare a determinare il valore dei crediti idrici, legandolo non solo alla quantità di acqua utilizzata o risparmiata, ma anche al contesto territoriale in cui tale acqua è prelevata. L'uso della valutazione del rischio come criterio di definizione del valore del credito idrico può portare a un approccio più dinamico e realistico nella gestione delle risorse, mirando a migliorare l'efficienza in aree vulnerabili. Tuttavia, è da considerare che nel contesto del progetto l'area di applicazione è uno specifico bacino, dunque non ci sono confronti tra aree geografiche diverse.

3. Monitoraggio nel tempo per un miglioramento continuo

Molti dei sistemi di gestione delle risorse idriche, come quelli descritti nella tabella comparativa, tendono a fornire una fotografia statica dello stato dell'acqua in un determinato momento. Tuttavia, l'inclusione di un aspetto di monitoraggio nel tempo è fondamentale per garantire un miglioramento continuo. La possibilità di tracciare l'evoluzione dell'impronta idrica e dei rischi associati nel tempo consente alle organizzazioni di ottimizzare progressivamente le loro performance idriche e rispondere tempestivamente a problematiche emergenti.

4. Autovalutazione e responsabilizzazione attraverso la rendicontazione

Gli strumenti di rendicontazione, come il GRI 303 e in generale gli strumenti di valutazione della risorsa (ISO, AWS, Goccia Verde, WFA) impongono alle organizzazioni di valutare e comprendere come utilizzano la risorsa idrica, se operano in aree di stress idrico e quale sia l'impatto delle loro attività sul territorio. Questo obbligo di autovalutazione è un aspetto positivo, poiché stimola la responsabilizzazione delle imprese nei confronti dell'acqua, aumentando la consapevolezza sugli impatti ambientali e sulle criticità legate alla risorsa. In un sistema di crediti idrici come quello proposto dal progetto LIFE Svolta Blu, un processo di rendicontazione chiaro e strutturato può garantire che le organizzazioni non solo ottengano crediti per le azioni virtuose, ma vengano anche incentivate a migliorare la gestione delle risorse idriche attraverso una continua auto-valutazione e monitoraggio.

5. Considerazione della qualità dell'acqua

Un altro elemento cruciale emerso dall'analisi comparativa è l'approccio al tema della qualità dell'acqua. Sebbene la qualità venga presa in considerazione da alcuni sistemi, un approccio focalizzato sul garantire la conformità alla legge è sufficiente per garantire che l'acqua utilizzata o restituita all'ambiente sia idonea e sicura, riducendo ulteriori complicazioni tecniche e metodologiche.

6. Struttura metodologica solida

Un altro input positivo che emerge dalla comparazione è l'importanza di avere una struttura metodologica ben organizzata. Questo aspetto è cruciale per la creazione di un sistema di crediti idrici che sia chiaro, trasparente e applicabile. La scelta di un sistema riconosciuto come la norma ISO 14046 permette di avere una struttura metodologica di riferimento più forte.

7. Verifica di terza parte per garantire trasparenza e robustezza

La possibilità di avere un sistema di verifica da parte di terzi rappresenta un aspetto fondamentale per garantire la trasparenza e la robustezza. L'audit e la certificazione esterna permettono di validare i dati e le informazioni fornite dalle organizzazioni, aumentando la credibilità del sistema. La verifica indipendente assicura che le azioni intraprese per ridurre l'impronta idrica siano concrete, misurabili e realmente efficaci.

In conclusione, l'analisi delle varie iniziative e metodologie esaminate ha quindi messo in evidenza diversi aspetti positivi che potrebbero essere integrati nel sistema di crediti idrici. Questi elementi non solo migliorano l'efficacia del sistema ma promuovono anche un approccio integrato e trasparente alla gestione delle risorse idriche, incentivando il miglioramento continuo e la responsabilità delle organizzazioni nella gestione dell'acqua.

3.2 Analisi degli strumenti di valutazione dell'impronta idrica

Nel confronto tra le metodologie di Water Footprint Assessment (WFA) e ISO 14046:2016, le uniche che affrontano e quantificano l'impronta idrica in modo esplicito, emergono aspetti distintivi che influenzano l'applicabilità, la comprensibilità e l'efficacia di ciascun approccio, sia dal punto di vista della gestione delle risorse idriche che delle sue implicazioni ambientali. Di seguito vengono analizzati i principali vantaggi e limiti di entrambe le metodologie, con particolare attenzione agli aspetti pratici e strategici, per la loro applicazione nel contesto del progetto Svolta Blu.

Water Footprint Assessment (WFA)

Vantaggi:

1. **Orientamento alla gestione delle risorse idriche:** la metodologia WFA si distingue per il suo focus sulla gestione sostenibile dell'acqua. Viene mappato sia l'uso diretto che indiretto dell'acqua in ottica di ciclo di vita e andando oltre il concetto di prelievo idrico.
2. **Valutazione di sostenibilità:** un punto forte di WFA è l'integrazione della valutazione di sostenibilità legata all'impronta idrica, in senso più ampio (ambientale, sociale, economica).
3. **Integrazione di aspetti sociali ed economici:** la metodologia WFA include anche la valutazione sociale ed economica dell'utilizzo dell'acqua, analizzando non solo l'uso ambientale, ma anche l'equità e l'efficienza nella distribuzione delle risorse.
4. **Formulazione di strategie di miglioramento:** un aspetto distintivo è l'inclusione di una fase operativa di formulazione di strategie per ottimizzare l'utilizzo dell'acqua e ridurre gli impatti negativi, migliorando la gestione delle risorse idriche a livello pratico.
5. **Approccio completo sull'acqua:** l'inclusione delle tre componenti dell'acqua (blu, verde e grigia) consente un'analisi più articolata e completa dell'impronta idrica, che riflette in modo accurato gli effetti del consumo d'acqua a livello globale. Questo, tuttavia, rende l'analisi più complessa rispetto ad altri approcci più semplificati.

Limiti:

1. **Minor guida metodologica:** la WFA, pur essendo un approccio metodologico definito, non è supportato da una struttura standardizzata forte, rendendo l'applicazione pratica più complessa. La mancanza di un sistema rigidamente definito può comportare uno sforzo maggiore chi vuole applicare la metodologia.
2. **Riconoscimento limitato:** rispetto a standard come la ISO, la WFA non è un vero e proprio standard internazionale riconosciuto, il che limita la sua applicazione universale e la credibilità nei contesti dove è richiesta un riconoscimento formale.
3. **Maggiore complessità nell'analisi:** l'inclusione delle diverse componenti (acqua blu, verde e grigia) rende l'analisi più dettagliata ma anche più difficile nella raccolta dati, nella gestione ed interpretazione.

ISO 14046:2016

Vantaggi:

1. **Riconoscimento internazionale:** la norma ISO 14046 è uno standard internazionale che gode di un ampio riconoscimento, rendendolo un punto di riferimento consolidato per la gestione e la valutazione degli impatti sull'acqua. La sua applicazione è universalmente accettata, il che lo rende particolarmente utile in contesti normativi e aziendali.
2. **Focus sugli impatti ambientali:** la norma ISO 14046 è l'unico approccio che valuta i potenziali impatti ambientali dell'uso dell'acqua, misurando le conseguenze sull'ambiente derivanti dall'utilizzo delle risorse idriche. Questo approccio consente una quantificazione precisa di come l'uso dell'acqua influisce su vari fattori ambientali.
3. **Uso di database strutturati:** l'uso di database consolidati e ampiamente riconosciuti (come quelli relativi ai flussi di acqua blu) permette una quantificazione robusta e precisa dell'impronta idrica, garantendo coerenza e affidabilità nei risultati.
4. **Identificazione degli hotspot:** la metodologia consente di identificare gli hotspot nel processo produttivo in cui l'uso dell'acqua genera il maggiore impatto ambientale. Questo facilita l'individuazione di aree critiche per l'intervento.
5. **Supporto normativo consolidato:** essendo parte di un sistema ISO più ampio, ISO 14046 si integra facilmente con altre normative internazionali relative alla gestione ambientale, come ISO 14001, offrendo un approccio coerente alla gestione ambientale complessiva.
6. **Processo di revisione critica normato e strutturato:** dopo aver stimato la water footprint secondo la norma ISO 14046, è possibile sottoporre i risultati ad un processo di verifica. Le linee guida per condurre questo processo e i requisiti che deve rispettare sono anch'essi normati, nello specifico dalla ISO 14071. Questo garantisce conformità metodologica e trasparenza.

Limiti:

1. **Mancanza di valutazione di sostenibilità:** a differenza di WFA, ISO 14046 non fornisce una valutazione complessiva di sostenibilità. La metodologia si concentra esclusivamente sull'impatto ambientale, senza entrare nel merito della sostenibilità sociale ed economica.
2. **Valutazione orientata solo sugli impatti:** la norma ISO 14046, seguendo l'approccio LCA delle norme ISO 14040-44, ha un approccio orientato alla valutazione dei potenziali impatti sull'ambiente; dunque si focalizza sulle conseguenze dell'utilizzo della risorsa idrica. Può dunque considerarsi un indicatore indiretto rispetto alla valutazione della WFA.
3. **Limite di applicazione alle sole risorse idriche:** la ISO 14046 si concentra strettamente sugli impatti ambientali legati all'acqua, escludendo altre problematiche più ampie legate all'uso delle risorse naturali e non permettendo un'analisi olistica che integri altre aree di sostenibilità.

In sintesi, sia la WFA che la ISO 14046 offrono approcci validi per la valutazione dell'impronta idrica, ma con caratteristiche e applicazioni che le rendono più o meno adatte a seconda degli obiettivi specifici. La WFA si distingue per la sua capacità di integrare aspetti sociali, economici e di sostenibilità più ampi, ed è particolarmente utile per analisi a livello di sistema, dove è necessario un approccio globale e integrato. Tuttavia, la ISO 14046, con la sua struttura metodologica più standardizzata, riconosciuta a livello internazionale e focalizzata sugli impatti ambientali legati all'uso dell'acqua, risulta particolarmente adatta al contesto del nostro progetto. I casi studio applicati illustrati nel capitolo 2, evidenziano come la ISO 14046 fornisca una valutazione precisa e robusta degli impatti ambientali, con una maggiore coerenza e trasparenza nelle analisi tecniche. Pur riconoscendo che entrambe le metodologie sono valide, la ISO 14046 si presta meglio per una valutazione dettagliata e tecnicamente solida, che si allinea con le esigenze del progetto LIFE Svolta Blu.

CAPITOLO 4: CONCLUSIONI

L'acqua rappresenta una risorsa naturale fondamentale, rinnovabile, ma intrinsecamente limitata. Solo una frazione minima è effettivamente disponibile per l'uso umano. La sua distribuzione è disomogenea a livello globale e fortemente condizionata da pressioni antropiche quali urbanizzazione, agricoltura intensiva e cambiamenti climatici. Questi fattori stanno aggravando in modo evidente la crisi idrica globale, con impatti ambientali, sociali ed economici sempre più critici, soprattutto nei contesti territoriali più vulnerabili.

In tale scenario, una gestione sostenibile e integrata dell'acqua è una condizione imprescindibile per garantire resilienza e sicurezza a lungo termine. Il primo passo verso una governance efficace consiste nella misurazione della risorsa idrica utilizzata, in particolare da parte degli attori produttivi. In questo contesto, l'impronta idrica si configura come uno strumento strategico per guidare decisioni consapevoli e orientare le azioni verso un uso efficiente e responsabile della risorsa.

Sebbene il concetto di impronta idrica si sia progressivamente affermato all'interno delle metriche di sostenibilità, non esiste ancora una definizione univoca e condivisa. Il significato e l'applicazione del termine dipendono fortemente dalle metodologie adottate. Tra queste, il Water Footprint Assessment (WFA) della Water Footprint Network e la norma ISO 14046:2014 rappresentano i riferimenti principali. Entrambe si fondano su un approccio basato sull'analisi del ciclo di vita, ma divergono per finalità e strumenti: il WFA è orientato a una gestione equa ed efficiente dell'acqua, integrando anche aspetti sociali ed economici; la ISO 14046, invece, offre una struttura solida per la quantificazione degli impatti ambientali, riconosciuta a livello internazionale. I casi studio applicati, illustrati nel capitolo 2, evidenziano come la ISO 14046 fornisca una valutazione robusta degli impatti ambientali, con una maggiore coerenza e trasparenza nelle analisi tecniche. Pur riconoscendo che entrambe le metodologie sono valide, la ISO 14046 si presta meglio per una valutazione completa e solida, che si allinea con le esigenze del progetto LIFE Svolta Blu. Quest'ultima, inoltre, si distingue per la sua natura metodologica rigorosa, con la possibilità di sottoporre lo studio a revisione critica secondo una norma dedicata, garantendo così rigore metodologico e massima trasparenza. È fondamentale sottolineare che questi due approcci non sono alternativi, ma potenzialmente complementari: la loro integrazione consente di combinare l'approccio territoriale e gestionale del WFA con la robustezza analitica e la credibilità della ISO 14046.

A partire da queste considerazioni, il presente report ha ampliato l'analisi includendo un ampio spettro di strumenti volontari oggi attivi a livello nazionale e internazionale. Sono stati considerati standard normativi, sistemi di certificazione, framework concettuali e strumenti online per la valutazione del rischio idrico, e casi studio applicativi. Ne emerge un panorama eterogeneo ma ricco di potenzialità, in cui ogni approccio può offrire contributi significativi se adottato in modo strategico e integrato.

L'analisi ha evidenziato alcuni elementi chiave, particolarmente rilevanti per la progettazione del sistema di crediti idrici previsto dal progetto LIFE Svolta Blu. Tra questi:

- La **valutazione del rischio idrico** rappresenta un'opportunità concreta per attribuire valore ai crediti non solo in base ai volumi risparmiati, ma anche in relazione alla vulnerabilità dei territori coinvolti, rendendo il sistema più equo e mirato.
- La necessità di **monitorare nel tempo l'evoluzione dell'impronta e delle condizioni locali** si conferma strategica per favorire il miglioramento continuo e l'adattamento delle misure gestionali.
- Inoltre, strumenti di rendicontazione e autovalutazione promuovono trasparenza, responsabilizzazione e un uso più consapevole della risorsa. La **qualità dell'acqua**, sebbene trattata in modo differenziato dai vari approcci, può essere gestita efficacemente attraverso la conformità agli standard ambientali vigenti, evitando complessità inutili.
- Infine, è emersa in modo netto l'esigenza di sviluppare un **sistema di crediti idrici basato su una struttura metodologica solida, affidabile e verificabile**, capace di offrire garanzie scientifiche.
- La presenza di un **processo di certificazione o revisione critica** per dare solidità ai risultati e garantire trasparenza dell'analisi.

In conclusione, si può quindi suggerire che la ISO 14046 sia lo strumento migliore ai fini della misurazione dell'impronta idrica all'interno del progetto LIFE Svolta Blu poiché fornisce un inventario relativo ai flussi di input e output dell'acqua e permette di valutare anche le potenziali conseguenze legate a questi flussi.

In generale, può essere applicata a qualsiasi processo, prodotto e organizzazione: per questo motivo ben si adatta a gestire la definizione del credito idrico che il gruppo di lavoro concorderà e delle azioni eligibili per generarlo (anch'esse da concordare).

A livello di inventario, ci consente infatti di raccogliere i flussi di quantità e qualità della risorsa idrica, nonché le informazioni che riguardano le modalità, gli usi, e i tempi con cui questa viene prelevata e/o restituita, oltre ad altre informazioni che potenzialmente ci consentono di gestire ulteriori parametri e variabili che il gruppo di lavoro vorrà indicare per la definizione del credito.

Prevedendo anche una valutazione del potenziale impatto ambientale, ci potrà consentire di valutare, laddove il sistema di definizione del credito e di loro generazione lo permetta, i quantitativi equivalenti di risorsa idrica e, di conseguenza, di considerare usi alternativi della risorsa stessa.

Per la **definizione del credito** si raccomanda al gruppo di lavoro di considerare i seguenti fattori:

1) **Definire la quantità e la qualità in modo univoco**, minimizzando al massimo i gradi di libertà, considerando che la qualità della risorsa idrica subisce una misurabile alterazione qualitativa tra le fasi di prelievo e restituzione da parte degli utilizzatori, e che la sua disponibilità è sensibile alle variazioni climatiche stagionali e non;

2) **identificare e caratterizzare le tipologie di interventi** (limitati ma efficaci, anche se potrebbe risultarne un sistema limitato, all'inizio) che contribuiscono a modificare il pattern della waterfoot print a livello di utilizzatore e contribuiscono, quindi, a generare i crediti blu.

Bibliografia

Adamowski, J., & Sun, K. (2010). Development of a coupled wavelet transform and neural network method for flow forecasting. *Journal of Hydrology*, 390(1–2), 85–91. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.06.006>

Ahuja, S. (2009). *Handbook of Water Quality and Purity*. Elsevier Inc.

Alliance for Water Stewardship. (2019). *The AWS International Water Stewardship Standard, Version 2.0*.

Ashraf, M., Ozturk, M., & Ahmad, M. S. A. (2009). *Salinity and Water Stress*. Springer.

Bosire, C.K., Mtmet, N., Enahoro, D., Ogutu, J. O., Krol, M.S., de Leeuw, J., Ndiwa, N. & Hoekstra, A.Y. (2022) Livestock water and land productivity in Kenya and their implications for future resource use. *Heliyon*, 8(3): E09006

Boulay, A.-M., Hoekstra, A. Y., & Vionnet, S. (2013). Complementarities of water-focused life cycle assessment and water footprint assessment. *Environmental Science & Technology*, 47(21), 11926–11927. <https://doi.org/10.1021/es403928f>

Boulay, A.-M., Lenoir, L., & Manzardo, A. (2019). Bridging the data gap in the water scarcity footprint by using crop-specific AWARE factors. *Water*, 11(12), 2634. <https://doi.org/10.3390/w11122634>

Cazcarro, I., Schyns, J.F., Arto, I. & Sanz, M.J. (2022) Nations' water footprints and virtual water trade of wood products. *Advances in Water Resources*, 164: 104188

Directorate of Geography. (1995). *Lakes*.

El-Dessouky, H. T., & Ettouney, H. M. (2002). *Fundamentals of Salt Water Desalination*. Elsevier.

El-Ghonemy, A. M. K. (2012). Future sustainable water desalination technologies for Saudi Arabia: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(9), 6566–6580. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.08.009>

Global Reporting Initiative (GRI). *Global Reporting Initiative Standards*. <https://www.globalreporting.org/>

Haddout, S., Radouani, F., & El Harchaoui, N. (2020). Water scarcity: A big challenge to slums in Africa. *Science & Technology Libraries*, 39(3), 281–288. <https://doi.org/10.1080/0194262X.2020.1770033>

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Earthscan.
International Organization for Standardization. (2016).

ISO 14046: Environmental management – Water footprint – Principles, requirements and guidelines.

International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14040:2006 — Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2006). *ISO 14044:2006 — Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*. Geneva: ISO.

Manzardo, A., Mazzi, A., Loss, A., Butler, M., Williamson, A., & Scipioni, A. (2016). Lessons learned from the application of different water footprint approaches to compare different food packaging alternatives. *Journal of Cleaner Production*, 112, 4657–4666. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.019>

Manzardo, A., Loss, A., Fialkiewicz, W., Rauch, W., & Scipioni, A. (2016). Methodological proposal to assess the water footprint accounting of direct water use at an urban level: A case study of the Municipality of Vicenza. *Ecological Indicators*, 66, 500–510. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.016>

Miller, G. T. (2003). *Environmental Science: Working with the Earth* (10th ed.). Brooks/Cole.

Missteart, B. D., Banks, D., & Clark, L. (2017). *Water Wells and Boreholes*. John Wiley & Sons Ltd.

Moe, C. L., & Rheingans, R. D. (2006). Global challenges in water, sanitation and health. *Journal of Water and Health*, 4(S1), 41–57. <https://doi.org/10.2166/wh.2006.0020>

Qu, W., Zuo, Q., Wang, X., & Zhang, X. (2013). Human activities and the eco-environment: A review of pressures, impacts and responses. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(7), 5583–5596. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2960-3>

Rijsberman, R. F. (2006). Water scarcity: fact or fiction? *Agricultural Water Management*, 80(1–3), 5–22. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.001>

Roaf, S., Crichton, D., & Nicol, F. (2005). *Adapting Buildings and Cities for Climate Change: A 21st Century Survival Guide*. Architectural Press.

Shaji, E., Santosh, M., Sarath, K. V., Prakash, P., Deepchand, V., & Divya, B. V. (2021). Arsenic contamination of groundwater: A global synopsis. *Geoscience Frontiers*, 12(3), 101079. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2020.07.011>

Tzanakakis, V. A., Paranychianakis, N. V., & Angelakis, A. N. (2020). Water supply and water scarcity. *Water*, 12(9), 2347. <https://doi.org/10.3390/w12092347>

UN Global Compact. *Collecting the Drops: Towards Creative Water Strategies*. (Ultimo accesso Aprile 2025)

UN-Water World Water Day. (2018). *Nature-Based Solutions for Water*. (Ultimo accesso Aprile 2025)

United Nations. (2025). *SDG 6 Data Portal*. <https://sdg6data.org/en/maps> (Ultimo accesso Aprile 2025)

UNEP. (2002). *Vital Water Graphics*. Nairobi, Kenya.

Van Vliet, M. T. H., Wiberg, D., Leduc, S., & Riahi, K. (2017). Quality matters for water scarcity. *Nature Geoscience*, 10(11), 800–802. <https://doi.org/10.1038/ngeo3047>

Wada, Y., van Beek, L. P. H., van Kempen, C. M., Reckman, J. W. T. M., Vasak, S., & Bierkens, M. F. P. (2010). Global depletion of groundwater resources. *Geophysical Research Letters*, 37(20). <https://doi.org/10.1029/2010GL044571>

Wada, Y., et al. (2016). Modeling global water use for the 21st century: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative and its applications. *Geoscientific Model Development*, 9(1), 175–222. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-175-2016>

Water Footprint Network. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual*. (Ultimo accesso Aprile 2025)

World Economic Forum. (2025). *Global Risks Report 2025*. (Ultimo accesso Aprile 2025)

World Resources Institute. *Aqueduct Tools*. <https://www.wri.org/aqueduct> (Ultimo accesso Aprile 2025)

WWF. *Water Risk Filter*. <https://waterriskfilter.panda.org/> (Ultimo accesso Aprile 2025)