

Traduzione in italiano del Rapporto Mondiale delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche 2018

# SOLUZIONI BASATE SULLA NATURA PER LA GESTIONE DELL'ACQUA

Prefazione del World Water Assessment Programme  
delle Nazioni Unite



Edizioni Diritto e Ragione



Traduzione in italiano del Rapporto Mondiale delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche 2018

# **SOLUZIONI BASATE SULLA NATURA PER LA GESTIONE DELL'ACQUA**

**Prefazione del World Water Assessment Programme  
delle Nazioni Unite**

**Edizioni Diritto e Ragione**



In collaborazione con:

**FAI** **Fondazione  
dell'Avvocatura  
Italiana**

ISBN

978-88-943820-0-6

© Copyleft

Edizioni Diritto e Ragione srl

Via Mancini, 5 – 39100 Bolzano

Copertina e impaginazione: Arti Grafiche s.r.l.

Finito di stampare nel mese di settembre 2018

Foto di copertina: © Anna Om/Shutterstock.com

Traduzione in italiano del **Rapporto Mondiale delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche 2018** (*United Nations World Water Development Report*) prodotto da UNESCO World Water Assessment Programme (WWAP) dal titolo Soluzioni basate sulla natura per la gestione dell'acqua (*Nature-Based Solutions for Water*).

A cura di Maurizio Montalto

Collaborazione

Francesca Spasiano

Traduzione

Valentina Nardecchia, Angela Crisci, Lorenzo Filippi

Ringraziamenti

On.le Federica Daga (Segretario dell'Ufficio di Presidenza della Camera dei Deputati) per il prezioso contributo;

Cons. avv. Francesco Caia (Coordinatore della Commissione Diritti Umani e Rapporti internazionali Mediterraneo del Consiglio Nazionale Forense) per l'impegno;

Avv. Consiglia Gianniello (Direttore dell'Istituto Italiano per gli Studi delle Politiche Ambientali) per il supporto





# PREFAZIONE DEL WWAP

di Michela Miletto, Vice Coordinatore – Vice Direttore WWAP, UNESCO

Quando alcuni mesi fa Alfonso Pecoraro Scanio mi contattò per telefono, non ebbi alcun dubbio che avesse qualcosa di interessante da proporre al Segretariato del World Water Assessment Programme (WWAP) dell'UNESCO. Infatti, il suo impegno nel garantire la nostra presenza in Italia dal 2007 e l'attenzione alle nostre iniziative sono stati fondamentali e stimolanti per il nostro lavoro.

Oggi, grazie alla sua generosa iniziativa che ha coinvolto anche altre importanti realtà italiane impegnate nel progetto Zerowar2020, l'autorevole Rapporto Mondiale delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche (United Nations World Water Development Report) che l'UNESCO WWAP produce ogni anno a nome di tutte le agenzie di UN-Water, è tradotto e pubblicato per la prima volta in italiano.

L'edizione del 2018 ha come tema e titolo *Soluzioni basate sulla natura per la gestione dell'acqua* (NBS nel suo acronimo in inglese). Per NBS s'intendono soluzioni ispirate e sostenute dalla natura, utilizzando o imitando processi naturali con l'obiettivo di contribuire a una migliore gestione dell'acqua. Le NBS possono prevedere la conservazione o il recupero di ecosistemi naturali, il rafforzamento o lo sviluppo di processi naturali all'interno di ecosistemi modificati o artificiali, possono servire da "regolatori" per le piene, essere naturali "filtri" per gli inquinanti, e rappresentare soluzioni ecologiche per le città.

Non è un caso dunque che sia stata scelta questa tematica per la traduzione del Rapporto Mondiale delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche in italiano, riconoscendo come anche in Italia questi sistemi possano essere veramente una risposta – concretamente applicabile e ambientalmente sostenibile nel lungo termine – alla crescente domanda d'acqua e all'aumento dei rischi idrogeologici. L'Italia, caratterizzata da paesaggi dove natura e antropizzazione convivono in totale armonia, ha un patrimonio enorme da salvaguardare e queste soluzioni basate sull'uso degli ecosistemi potrebbero essere l'approccio più idoneo ovunque sia possibile attuarlo.

A nome del Segretariato dell'UNESCO WWAP desidero trasmettere la nostra profonda riconoscenza e i più sentiti ringraziamenti alla Fondazione Univerde, al Consiglio Nazionale Forense, all'Istituto Italiano per gli Studi delle Politiche Ambientali e a tutti coloro che hanno contribuito alla traduzione, pubblicazione e diffusione della *prima versione in italiano* del Rapporto Mondiale delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche, nell'edizione 2018.



Michela Miletto



# INTRODUZIONE

di Andrea Mascherin, presidente del Consiglio Nazionale Forense

“Our Common Future” è il titolo del Rapporto che nel 1987 la Commissione mondiale per l’ambiente e lo sviluppo (Commissione Bruntland) del Programma delle Nazioni Unite per l’Ambiente ha pubblicato. Centrale l’idea di orientare il pianeta verso uno “sviluppo sostenibile”, concetto che da allora ispira le legislazioni degli Stati e le politiche globali.

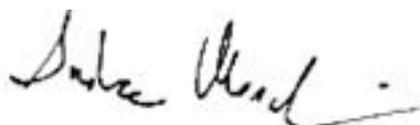
Un modello di sviluppo, secondo la Commissione mondiale, in grado di assicurare «il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri». Considerazioni influenzate dalla ricerca di un bilanciamento tra le attività economiche e la salvaguardia dell’ambiente. Definisce in sostanza la possibilità di assicurare i bisogni essenziali delle generazioni presenti e future attraverso uno sviluppo economico rispettoso dell’ambiente mediante l’adozione di processi produttivi e stili di vita compatibili con la capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività e delle scelte umane.

La Conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo (UNCED, United Nations Conference on Environment and Development), tenuta a Rio de Janeiro nel 1992, ha consolidato il principio dello sviluppo sostenibile attraverso la sua formalizzazione negli atti adottati a conclusione del Vertice.

Gli atti di Rio e le successive conferenze mondiali promosse dalle Nazioni Unite confermano l’idea di uno sviluppo sostenibile fondata sulla tutela dell’ambiente, la crescita economica e lo sviluppo sociale; principio di diritto internazionale, che ha contribuito all’evoluzione del diritto internazionale ambientale attraverso la conclusione di trattati globali e di numerosi accordi di carattere regionale.

A 40 anni di distanza è possibile storicizzare le proposte dell’epoca, verificarne gli impatti positivi, registrarne le criticità e avviare una riflessione, che tenga conto delle evoluzioni in campo filosofico, giuridico e scientifico.

L’impegno delle Nazioni Unite sull’ambiente ha posto certamente un freno al degrado e allo sfruttamento indiscriminato delle risorse; la cd monetizzazione dell’ambiente si è rivelata spesso una soluzione non compatibile. Sul pianeta si registrano condizioni di conflittualità ambientale generate da una tendenza prevaricatoria da una parte e dalla necessità di difendere i territori e le risorse dall’altra. I contrasti più diffusi riguardano il landgrabbing, vi sono poi quelli legati all’acqua e alle dighe, ai progetti minerari, all’estrazione di combustibili fossili e alla gestione dei rifiuti. Questi fenomeni si possono spiegare. I principi, che fondano le legislazioni della gran parte dei Paesi, si ispirano a una filosofia antropocentrica, laddove la presunta superiorità dell’uomo sulla natura, si è tradotta in un’incapacità di riconoscere valore agli altri esseri viventi e agli elementi, che è degenerata nella difficoltà a riconoscere valore all’umanità, a favore di una logica prevaricatoria e di profitto senza limiti. Di diversa ispirazione sono le Costituzioni dell’Equador e della Bolivia, così come la recente giurisprudenza neozelandese o le azioni concrete e partecipative di gestione dell’acqua in Olanda (R. Louvin 2018). Influenzate da una cultura ancestrale, ancora fortemente radicata nelle comunità indigene, hanno sviluppato un diverso rapporto con la natura, fondato su una visione ecocentrica. Il riconoscimento dei diritti della natura, quale soggetto giuridico, muta radicalmente la prospettiva: ogni elemento e essere ha diritto ad esistere sul pianeta indipendentemente dalla volontà dell’uomo. Le scelte politiche di adozione di misure compatibili con l’ambiente sono consequenziali. Il freno posto all’ipersfruttamento delle risorse naturali concettualizzando uno “sviluppo sostenibile” trova conferma e si rinnova. Qui il valore profondo del Rapporto Mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle Risorse Idriche del 2018. La lettura attenta della realtà concreta e l’individuazione di soluzioni compatibili con l’ambiente, per la gestione della preziosissima risorsa, pone le basi per lo sviluppo di una cultura più attenta agli equilibri del pianeta. Le tecnologie per l’acqua compatibili con la natura sono una realtà, non un’astratta ipotesi progettuale. Sul piano globale gli investimenti non superano l’1% del totale. Troppo poco perché producano un’inversione di tendenza a garanzia di una tutela effettiva dell’ambiente, dei diritti umani e della pace tra i popoli. La soluzione individuata dal WWAP è la via da seguire: la diffusione della cultura. Il cambiamento è il frutto di una consapevolezza radicata, della capacità di vedere oltre e immaginare nuove soluzioni. Questa la ragione per la quale, con la Fondazione Univerde e l’Istituto Italiano per gli Studi delle Politiche Ambientali, ci siamo attivati per tradurre il rapporto, pubblicarlo e diffonderlo favorendo la maggiore accessibilità alle conoscenze dell’avvocatura e di tutti i cittadini italiani.



Andrea Mascherin



# INTRODUZIONE

di Alfonso Pecoraro Scanio, Presidente Fondazione Univerde

Il pianeta Terra è in continua evoluzione. 290 milioni di anni fa le acque marine circondavano completamente il super continente chiamato Pangea. I primi uomini sono comparsi sulla Terra circa 2 milioni di anni fa in territori che oggi identifichiamo con l'Etiopia, il Kenya e la Tanzania. L'uomo moderno è comparso in Africa 200.000 anni orsono, da lì è partito e ha colonizzato l'intero pianeta. Cambiamenti climatici si sono verificati numerose volte; l'uomo, gli animali e la vegetazione si sono adattati di volta in volta spostandosi, modificando la propria dieta alimentare e le abitudini, dandosi diverse organizzazioni sociali e realizzando manufatti e opere utili a garantirne la sopravvivenza e la migliore qualità di vita. L'evoluzione del pianeta non si è mai arrestata. I continenti sono diventati 5, la popolazione umana in poche migliaia di anni è passata da un numero esiguo a oltre 7 miliardi d'individui, sono mutate le condizioni e le necessità di adattamento. Le disponibilità idriche, ad esempio, vanno ripartite tra tutti gli abitanti del pianeta e il numero di uomini è in continuo aumento.

Nel corso dei millenni, l'ingegno ha favorito l'evoluzione tecnologica e lo sviluppo, ma qualcosa è mutato profondamente nel tempo: l'impatto sul pianeta dell'azione antropica. Le opere e i manufatti del passato avevano una limitata capacità d'incidere sull'ecosistema; oggi l'azione dell'uomo produce inquinamento, scarti e degrado su larga scala. È la prima volta, nella storia del pianeta, che si arriva a ipotizzare che le attività umane possano avere un'influenza tale da incidere sui cambiamenti climatici, provocare il riscaldamento globale e una crescente siccità in diversi luoghi del pianeta, tanto che molti studiosi hanno ormai definito questa epoca "Antropocene". Questo spiega l'impegno diffuso, per limitare le emissioni in atmosfera dei c.d. gas serra. Ma non è l'unica criticità che ci troviamo a fronteggiare quando parliamo di acqua.

La crescente domanda idrica, deve essere affrontata assicurando a tutti la disponibilità della preziosa risorsa nella misura utile a garantirne una vita dignitosa. L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha indicato in 50 litri al giorno pro capite la quantità d'acqua minima per le necessità igieniche e alimentari di ognuno. Ma lo squilibrio sul pianeta è enorme: da una parte le zone ricche, che utilizzano e, talvolta, spremano grandi quantità; dall'altra le aree impoverite in cui anche i bambini dispongono solo di poche gocce al giorno. La condizione di rarefazione della preziosa risorsa è dovuta in buona parte all'azione dall'uomo. Una molteplicità di scelte errate generano scarsità e disastri; per l'effetto insorgono conflitti e una corsa all'accaparramento. Le grandi dighe, ad esempio, talvolta hanno risolto le necessità dei territori, ma troppo spesso un loro uso disinvolto e distorto ha sottratto disponibilità alle popolazioni a valle; questi mega impianti di cemento nel corso del 2018 hanno mostrato, tra l'altro, la loro vulnerabilità con le tragedie che hanno provocato in Kenya, in Birmania e nel Laos.

Il Rapporto del WWAP del 2018 ci dice che possiamo affrontare e risolvere i problemi dell'uomo legati all'acqua partendo sostanzialmente da queste considerazioni e da alcuni dati. L'acqua utilizzata globalmente è destinata per il 70% all'agricoltura, per il 20% all'industria e per il 10% agli usi civili.

L'uso di tecnologie e soluzioni che puntino a ridimensionare l'impronta idrica dell'agricoltura, possono lasciare invariata la produzione alimentare e liberare grandi quantità della preziosa risorsa da destinare alle popolazioni in difficoltà. La quota di acqua utilizzata per le produzioni industriali è di gran lunga inferiore a quella destinata all'agricoltura, ma i loro scarichi, così come i reflui urbani, ne pregiudicano la qualità riducendo la disponibilità di quella pulita e di quella potabile. Il pregiudizio che subisce l'intero ecosistema è notevole, per questo motivo è grandissimo il valore del Rapporto del WWAP del 2018, che individua, descrive e elenca soluzioni per il futuro e si concentra su quelle compatibili con la natura. Denuncia lo scarso impegno economico e finanziario globale verso queste scelte, appena l'1% della spesa, e chiede d'invertire la tendenza quale forma di adattamento ai cambiamenti naturali e provocati dall'uomo, al fine di garantire la sopravvivenza sul pianeta della nostra specie e dell'intero ecosistema.

Ho sempre sostenuto l'attività del WWAP al punto da recarmi a Parigi per siglare l'accordo ufficiale in sede Unesco e ottenere di ospitare questa prestigiosa organizzazione in Italia e sono particolarmente orgoglioso di aver potuto inaugurare, da Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, la sede del WWAP a Perugia, il 20 novembre 2007.

Con l'auspicio che il Governo Italiano decida di sostenere e migliorarne il funzionamento, mi sono adoperato affinché la Fondazione UniVerde e il Consiglio Nazionale Forense, che già hanno avviato la campagna #ZeroWar2020, collaborassero con l'Istituto Italiano per gli Studi delle Politiche Ambientali, per tradurre e curare la pubblicazione in italiano del Rapporto 2018. La diffusione della consapevolezza e delle conoscenze tecniche rafforza l'impegno di chi si adopera per la salvaguardia dell'ambiente, dei diritti umani e della pace. Un sentito ringraziamento che va a tutti coloro che hanno collaborato alla traduzione e realizzazione della pubblicazione e a quanti collaboreranno per la sua diffusione.



Alfonso Pecoraro Scanio



# INTRODUZIONE

di Maurizio Montalto, Presidente dell'Istituto Italiano per gli Studi delle Politiche Ambientali

Il Bufo Bufo è il Re dell'acqua. Lo ha incoronato il popolo Aymara. È il rospo scolpito dagli indiani del Perù e portato sulle colline con l'auspicio che provochi la pioggia (J.G. Fazer - 1922).

L'acqua è fonte di vita e il riconoscimento della centralità di un animaletto "brutto e viscido" nel governo della preziosa risorsa a noi appare incomprensibile. Ma si spiega. Le conoscenze precolombiane vengono dall'osservazione degli "altri animali" (G.Durrell - 1956), dei loro rapporti e di ogni elemento della natura; l'uomo delle Ande trova il proprio spazio sulla madre terra (la Pachamama) e tende a vivere in armonia con essa. Le tribù si affidano alle innate abilità del rospo che guarda oltre, prevede i flussi d'acqua e diviene inconsapevolmente regolatore della vita delle comunità indigene. Una visione ecocentrica della realtà, in opposizione a una concezione antropocentrica, in cui l'uomo domina la natura.

L'ipotesi Aristotelico/Tolemaica che la terra, e con essa l'uomo, fossero al centro dell'universo, ha condizionato la cultura su gran parte del pianeta per oltre 2000 anni. Nel 1543, Copernico ha rivoluzionato la scienza quando ha scoperto che la terra e altri pianeti girano intorno al sole, ma l'idea che l'uomo non è il centro dell'universo tarda ancora oggi ad affermarsi. L'approccio antropocentrico, radicato soprattutto nel mondo occidentale, ha prodotto paradossi e contraddizioni dalle quali abbiamo enormi difficoltà ad uscire. La centralità dell'uomo si è tradotta in un diritto all'arricchimento personale senza limiti e alla prevaricazione. Alle multinazionali è stato riconosciuto, anche giuridicamente, il diritto di depredare i territori delle risorse, disastrarli e di sacrificare la vita umana all'obiettivo del profitto. Così si arriva ad avere leggi che negano l'accesso all'acqua a chi non può pagarla! Una visione che incide negativamente sul nostro rapporto con l'ambiente. L'uomo è parte integrante della natura, ma ha una relazione paradossale nei confronti degli altri elementi. Le nostre leggi non tengono conto delle necessità dell'intero ecosistema e delle sue norme regolatrici. È come dire che basti fare una norma per chiedere all'acqua di un fiume d'invertire il suo corso per impedirgli di continuare ad andare verso il mare! Non funziona perché le regole del gioco le stabilisce la natura. Questa consapevolezza appartiene senza dubbio alla cultura degli Indiani d'America, non a tutti noi.

Il grado di conoscenza scientifica che abbiamo raggiunto sul funzionamento degli ecosistemi non può non farci interrogare sulla necessità di un diverso approccio. Ma sul piano formale siamo lontani dalla soluzione perché le leggi sono il prodotto della cultura dominante.

Quali le conseguenze? All'acqua viene attribuito un prezzo, come se si trattasse di una merce qualsiasi; questo significa legittimare la speculazione a danno dei poveri. E così nell'Africa impoverita le donne sono costrette a percorrere chilometri per approvvigionarsi alla fonte per dissetare la famiglia, non avendo la disponibilità economica per acquistare le schede prepagate, che consentirebbero loro, molto più agevolmente, di accedere alle fontanelle. Di contro, vi è a livello globale una forte mobilitazione, che porta nella direzione opposta. Questo percorso si rafforza anche con l'impegno nella diffusione delle conoscenze messo in campo dall'United Nations World Water Assessment Programme (WWAP) che pubblica ogni anno il Rapporto Mondiale sullo Sviluppo delle Risorse Idriche. Un'analisi tematica che quest'anno è centrata sull'implementazione delle tecnologie per l'acqua ispirate dalla natura. Il contrasto allo sviluppo indiscriminato delle cd tecnologie grigie, quelle basate sul cemento, impone il radicamento di una visione fondata su una piena consapevolezza del nostro ruolo nella natura, quali parti integranti della stessa. Ma il 99% degli investimenti va in altra direzione, purtroppo. Produrre un'inversione della tendenza impone uno sforzo importante e diffuso. Bisogna imprimere nella cultura l'idea che le soluzioni collaborative e non competitive nel rapporto uomo/ecosistema possono essere la via da seguire. Ed è possibile attuando un processo di diffusione e radicamento delle conoscenze. Questo spiega la scelta portata avanti con il Consiglio Nazionale Forense e la Fondazione Univerde di tradurre, pubblicare e diffondere il Rapporto WWAP del 2018. Le soluzioni proposte paiono assolutamente alla portata. A tutti i livelli bisogna sostenere l'azione messa in campo assumendosi anche la responsabilità d'un impegno diretto nella gestione della preziosa risorsa, costruendo un'Acqua di Comunità a difesa dell'ambiente e a tutela dei diritti delle generazioni presenti e future.



Maurizio Montalto





# INDICE

---

<b>Prefazione</b> di Audrey Azoulay Direttore Generale dell'UNESCO	<b>iv</b>
<b>Prefazione</b> di Gilbert F. Houngbo Presidente di UN-Water e Presidente del Fondo Internazionale per lo Sviluppo dell'Agricoltura	<b>v</b>
<b>Prefazione</b> di Stefan Uhlenbrook, Coordinatore WWAP e Richard Connor, Editore-in-Capo	<b>vi</b>
<b>Ringraziamenti</b>	<b>viii</b>
<b>Sintesi</b>	<b>1</b>
<b>Prologo: Lo stato delle risorse idriche nel contesto di soluzioni basate sulla natura (NBS)</b>	<b>9</b>



<b>Capitolo 1   Soluzioni basate sulla natura (NBS) e acqua</b>	<b>21</b>
1.1 Introduzione	22
1.2 Concetti, strumenti, approcci e terminologia	23
1.3 Come funziona l’NBS	25
1.4 Attirare l’attenzione sull’NBS	33
1.5 Valutare le NBS nel contesto di questo rapporto	36
<b>Capitolo 2   Le NBS per la gestione della disponibilità dell’acqua</b>	<b>37</b>
2.1 Introduzione	38
2.2 Casi di studio	40
2.3 L’influenza del riciclo dell’umidità sulla disponibilità dell’acqua	47
2.4 Le sfide dell’abilitare le NBS per la disponibilità dell’acqua	48
2.5 NBS, disponibilità di acqua e lo SDG	49
<b>Capitolo 3   NBS per la gestione della qualità dell’acqua</b>	<b>51</b>
3.1 Sfide per la qualità dell’acqua, ecosistemi e sviluppo sostenibile	52
3.2 NBS per sostenere e migliorare la qualità dell’acqua	53
3.3 Controllo della qualità dell’acqua – controllo biologico	59
3.4 Benefici reciproci e limitazioni delle NBS per la qualità dell’acqua	59
3.5 Il potenziale per il contributo delle NBS alla qualità dell’acqua relativamente all’SDG	61
<b>Capitolo 4   NBS per gestire rischi relativi all’acqua, variabilità e cambi</b>	<b>63</b>
4.1 NBS nel contesto di variabilità dell’acqua e dei cambiamenti e accordi globali di sviluppo sostenibile	64
4.2 Esempi di NBS per ridurre rischi, variabilità e cambi climatici	67
4.3 Sfide per abilitare l’NBS nel contesto della variabilità e della riduzione dei rischi	78



<b>Capitolo 5   Esperienze nazionali e regionali con le implementazioni</b>	<b>79</b>
5.1 Introduzione	80
5.2 Implementare l’NBS a livello di bacini	80
5.3 Implementare l’NBS all’interno delle aree urbane	87
5.4 Quadri di riferimento regionali e nazionali per l’NBS	87
<b>Capitolo 6   Accelerare l’assorbimento del concetto NBS</b>	<b>95</b>
6.1 Introduzione	96
6.2 Mobilitare i finanziamenti	97
6.3 Abilitare la normativa e l’ambiente legale	100
6.4 Migliorare la collaborazione intersettoriale e armonizzare le politiche	101
6.5 Migliorare la conoscenza base	102
6.6 Una struttura e un criterio comuni per valutare le opzioni	105
<b>Capitolo 7   Realizzare il potenziale delle NBS per acqua e sviluppo sostenibile</b>	<b>107</b>
7.1 Dove siamo ora?	109
7.2 Quanto avanti possiamo ancora andare?	109
7.3 Come ci arriviamo?	110
7.4 Raggiungimento del programma del 2030 per lo sviluppo sostenibile attraverso le NBS per la gestione delle risorse idriche	112
7.5 Coda	113
<b>Referenze</b>	<b>117</b>
<b>Abbreviazioni e acronimi</b>	<b>135</b>
<b>Boxes, figure e tabelle</b>	<b>137</b>
<b>Crediti per le foto</b>	<b>139</b>

# PREFAZIONE

— di Audrey Azoulay, direttore generale dell'UNESCO

Abbiamo bisogno di nuove soluzioni per la gestione delle risorse idriche per affrontare le crescenti sfide sul tema dell'acqua (qualità, disponibilità) a partire dalla crescita della popolazione e cambiamenti climatici. Questo rapporto propone una risposta innovativa che è di fatto, esistita per migliaia di anni: soluzioni basate sulla natura.

Oggi, più che mai, dobbiamo lavorare con la natura, anziché contro di essa. La domanda di acqua è prevista in aumento in tutti i settori. La sfida che tutti dobbiamo affrontare è soddisfare questa richiesta in un modo che non vada ad esacerbare gli impatti negativi sull'ecosistema.

La posta in gioco è alta. Le tendenze attuali evidenziano che circa i due terzi delle foreste e delle zone umide sono andate distrutte o sono degradate dall'inizio del 20° secolo. Nello stesso periodo, anche l'erosione del terreno è in continuo peggioramento così come il suo degrado. L'inquinamento idrico è peggiorato in quasi tutti i fiumi in Africa, Asia e America Latina.

Queste tendenze pongono sfide più ampie a causa dell'aumento del rischio di inondazioni e siccità che, a loro volta, hanno un impatto sulla nostra capacità di adattamento ai cambiamenti climatici. Sappiamo anche che la scarsità d'acqua può portare a civili disordini, migrazione di massa, e persino al conflitto all'interno e tra i paesi.

L'obiettivo 6 dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile riconosce l'importanza di garantire la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari. Le soluzioni basate sulla natura sono essenziali per raggiungere questo obiettivo.

Il loro impatto può essere significativo, come dimostrato in alcuni casi: dalle strutture di raccolta dell'acqua su piccola scala in Rajasthan, in India che ha riportato l'acqua a 1.000 villaggi colpiti dalla siccità, alla rinascita della tradizionale gestione del territorio "hima" che attraverso pratiche oculate di gestione nel bacino del fiume Zarqa in Giordania hanno permesso di ottenere una sorgente di qualità superiore senza sfruttare eccessivamente il suolo.

Queste soluzioni possono anche contribuire ad altri aspetti dello sviluppo sostenibile: dall'assicurare la sicurezza alimentare a ridurre il rischio di catastrofi per eventi naturali; costruire insediamenti urbani sostenibili e promuovere un concetto di lavoro dignitoso. Garantire il l'uso sostenibile delle risorse del pianeta è vitale per assicurare pace e prosperità a lungo termine.

Questo rapporto sullo sviluppo idrico mondiale non intende sostenere che sostiene che le soluzioni basate sulla natura siano una panacea, ma la nostra la conclusione è chiara: esse devono essere considerate uno strumento importante per passare a un approccio più olistico della gestione dell'acqua.

Con questo spirito, voglio ringraziare il governo italiano e la Regione Umbria per aver sostenuto l'UNESCO.

Nel Programma di valutazione delle acque del mondo. Coordinato da WWAP, con l'aiuto dell'International Hydrological Program, questo rapporto è il frutto di una cooperazione continuativa dei membri e partner di UN-Water. Desidero ringraziare tutti coloro che sono stati coinvolti per il loro contributo e il loro impegno a promuovere la sicurezza idrica sostenibile, che bilancia i bisogni umani con il futuro del nostro pianeta.

# PREFAZIONE

di Gilbert F. Hounbo, presidente di UN-Water e presidente del Fondo internazionale per lo sviluppo agricolo

Più di 2 miliardi di persone non hanno accesso all'acqua potabile e più del doppio di quel numero non ha accesso alle misure igieniche sicure. Con una popolazione globale in rapida crescita, la domanda di acqua dovrebbe aumentare di quasi un terzo entro il 2050. Di fronte a consumi accelerati, un aumento del degrado ambientale e gli impatti multiformi dei cambiamenti climatici, abbiamo chiaramente bisogno di nuovi modi per gestire le richieste concomitanti sulle nostre preziose risorse di acqua dolce.

L'edizione 2018 del Rapporto sullo sviluppo idrico mondiale delle Nazioni Unite (WWDR2018) suggerisce che le soluzioni potrebbero essere più vicino di quanto pensiamo. Dalla sua prima edizione nel 2003, il WWDR ha presentato un'ampia prospettiva sui problemi di fornitura dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari nei paesi delle Nazioni Unite. Ogni rapporto armonizza conoscenze aggiornate e contenuti scientifici con messaggi politici equilibrati. La relazione di quest'anno, che segna 15 anni di esistenza formale di UN-Water, guarda avanti e indietro.

Per troppo tempo, il mondo si è trasformato prima in infrastrutture "umane" o "grigie" per migliorare la gestione dell'acqua. Nel fare ciò, ha spesso spazzato via la conoscenza tradizionale e indigena che abbraccia approcci più ecologici. Tre anni nell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile ed è tempo per noi riesaminare le soluzioni basate sulla natura (NBS) per aiutare a raggiungere gli obiettivi di gestione delle risorse idriche.

Il WWDR2018 illustra che lavorare con la natura, piuttosto che contro, aumenterebbe il capitale naturale e sostenere un'economia circolare efficiente e competitiva sotto il profilo delle risorse. NBS può essere conveniente e contemporaneamente fornire benefici ambientali, sociali ed economici. Questi benefici intrecciati, in quanto essenza dello sviluppo sostenibile, sono fondamentali per raggiungere l'Agenda 2030.

Questa pubblicazione di punta rappresenta il contributo più significativo delle Nazioni Unite all'acqua alla campagna "Natura per l'acqua" che inizierà il 22 marzo 2018, Giornata mondiale dell'acqua. Come nuovo presidente di UN-Water, mi piacerebbe ringraziare i miei colleghi per i loro inestimabili contributi. Sono anche grato all'UNESCO per il suo contributo fondamentale nello sviluppo del programma di valutazione sull'acqua su scala mondiale

Sono fiducioso che questo Rapporto ispirerà le discussioni e stimolerà le azioni a tutti i livelli pertinenti per avanzare verso a gestione più sostenibile delle risorse idriche.

# PREFAZIONE

di Stefan Uhlenbrook, coordinatore WWAP  
e Richard Connor, redattore capo

La necessità di garantire che volumi adeguati di acqua di qualità adeguata siano resi disponibili per sostenere e mantenere ecosistemi sani è ed è stato sempre fondamentale. Ma anche la natura gioca un ruolo unico e fondamentale nel regolare le diverse caratteristiche del ciclo dell'acqua, in cui può agire come regolatore, pulitore e / o fornitore di acqua. Pertanto, il mantenimento di ecosistemi sani porta direttamente a una migliore sicurezza idrica per tutti.

Quale quinto di una serie di relazioni annuali e tematiche, l'edizione 2018 del Mondo delle Nazioni Unite Rapporto di sviluppo (WWDR) si concentra sulle opportunità di sfruttare i processi naturali che regolano vari elementi del ciclo dell'acqua, che sono stati conosciuti collettivamente come soluzioni basate sulla natura (NBS) per la gestione dell'acqua. Questa non è semplicemente una "buona idea" (che ovviamente è), ma un passo essenziale per garantire la sostenibilità a lungo termine delle risorse idriche e della moltitudine di benefici che l'acqua fornisce; dal cibo, alla sicurezza energetica, dalla salute umana allo sviluppo socio-economico sostenibile.

Esistono diversi tipi di NBS per l'acqua, che variano in scala dal micro-personale (ad esempio un bagno a secco) alle applicazioni a livello di ampia scala che includono l'agricoltura conservativa. Ci sono NBS che sono appropriate per gli impianti urbani (ad esempio muri verdi, giardini pensili e bacini di infiltrazione o drenaggio vegetati) nonché per ambienti rurali che spesso costituiscono la maggior parte dell'area di un bacino idrografico.

Tuttavia, nonostante i recenti progressi nella diffusione di NBS, la gestione delle risorse idriche rimane fortemente dipendente sull'infrastruttura tradizionale ("grey") costruita dall'uomo. L'idea non è necessariamente quella di sostituire tale infrastruttura con quella "green" verde, ma per identificare l'equilibrio più appropriato, economico e sostenibile tra le infrastrutture tradizionali e quelle NBS considerando più obiettivi e benefici.

Massimizzare il potenziale della natura nel contribuire a raggiungere i tre principali obiettivi di gestione delle risorse idriche:

necessità di aumentare la disponibilità di acqua, migliorare la qualità dell'acqua e ridurre i rischi legati all'acqua creare un ambiente favorevole al cambiamento, compresi adeguati quadri giuridici e normativi, adeguati meccanismi di finanziamento ed inclusione sociale. Restiamo fiduciosi che, con la adeguata volontà politica per farlo, gli ostacoli attuali, come la mancanza di conoscenza, capacità, dati e informazioni su NBS per l'acqua, possono essere efficacemente superati.

Come sottolinea questo rapporto, ci sono una serie di meccanismi che possono essere utilizzati per accelerare la diffusione di NBS per acqua. È stato dimostrato il ritorno economico per i programmi di servizi ambientali e le cosiddette obbligazioni verdi (green bond) possono generare interessanti ritorni sugli investimenti riducendo al contempo il bisogno (e i costi) che spesso vengono sostenuti per la costruzione di infrastrutture per la gestione di risorse idriche e servizi igienico sanitari.

Le NBS per l'acqua sono fondamentali per raggiungere l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile perché generano co-benefici sociali, economici e ambientali: nel campo della salute umana e dei mezzi di sostentamento, in quello della sicurezza alimentare ed energetica, nella crescita economica sostenibile; possono creare posti di lavoro dignitosi, riabilitano gli ecosistemi e contribuiscono alla manutenzione dell'ecosistema e della biodiversità. Il valore sostanziale di questi co-benefici può far pendere le decisioni di investimento in favore di NBS. L'attuazione di NBS comporta la partecipazione di molti gruppi di parti interessate, incoraggiando così la costruzione del consenso, aiutando a sensibilizzare su ciò che la NBS può davvero offrire per migliorare la sicurezza dell'acqua. Ci siamo sforzati di produrre un resoconto equilibrato,

basato sui fatti e neutrale dello stato attuale di conoscenza, che copre i più recenti sviluppi riguardanti NBS per l'acqua, i vari benefici e le opportunità che offrono in termini di miglioramento della gestione sostenibile delle risorse idriche. Sebbene principalmente mirato ai decisori nazionali e ai gestori delle risorse idriche, si spera che questa relazione coinvolga anche la più ampia comunità di sviluppo, nonché accademici, professionisti e chiunque sia interessato a costruire un futuro idrico equo e sostenibile con il supporto di NBS. Questa ultima edizione del WWDR è il risultato di uno sforzo concertato tra le principali agenzie capofila della FAO, UNDP, Ambiente ONU, UNESCO-IHP, UNU-INWEH e WWAP, con materiale complementare sulle prospettive regionali fornite da UNECE, UNECLAC, UNESCAP, UNESCWA e UNESCO Multisetoriali - Ufficio di Abuja.

Il rapporto ha anche beneficiato degli input e dei contributi di diversi membri delle Nazioni Unite per l'acqua e partner, membri del comitato consultivo tecnico del WWAP, nonché di numerosi scienziati, professionisti e ONG che hanno fornito un'ampia gamma di dati e informazioni pertinenti. A nome del Segretariato WWAP, vorremmo estendere il nostro più profondo apprezzamento ad agenzie, membri e partner menzionati di UN-Water, e agli scrittori e altri contributori per aver prodotto collettivamente questo rapporto unico e autorevole che, si spera, avrà impatti positivi molteplici in tutto il mondo.

David Coates merita un riconoscimento specifico per aver generosamente condiviso le sue conoscenze, acume e saggezza durante tutto il processo di produzione del rapporto. Siamo profondamente grati al governo italiano per il finanziamento del Programma e della Regione Umbria per ospitare il Segretariato WWAP a Villa La Colombella a Perugia. I loro contributi sono stati funzionali alla produzione del WWDR.

Un ringraziamento speciale va a Audrey Azoulay, Direttore Generale dell'UNESCO, per il suo fondamentale supporto a WWAP ed alla produzione del WWDR. La guida di Gilbert F. Houngbo, Presidente del Fondo Internazionale per Lo sviluppo agricolo (IFAD), in qualità di presidente di UN-Water, ha reso possibile questa pubblicazione.

Ultimo ma non meno importante, estendiamo la nostra più sincera gratitudine a tutti i nostri colleghi presso il Segretariato WWAP, i cui nomi sono elencati nei ringraziamenti. Il rapporto non avrebbe potuto essere completato senza la loro professionalità e dedizione.

# WWDR 2018 TEAM

**Direttore della Pubblicazione**

Stefan Uhlenbrook

**Capo editore**

Richard Connor

**Coordinatore di processo**

Engin Koncagül

**Assistente di pubblicazione**

Valentina Abete

**Graphic Designer**

Marco Tonsini

**Copyeditor**

Simon Lobach

**WWAP Technical Advisory Committee**

Uri Shamir (Chair), Dipak Gyawali (Deputy Chair), Fatma Abdel Rahman Attia, Anders Berntell, Elias Fereres, Mukuteswara Gopalakrishnan, Daniel P. Loucks, Henk van Schaik, Yui Liong Shie, László Somlyódy, Lucio Ubertini and Albert Wright

**Segreteria 2018 del United Nations World Water Assessment Programme (WWAP)**

*Coordinatore:* Stefan Uhlenbrook

*Coordinatore delegato:* Michela Miletto

*Programmi:* Richard Connor, Angela Renata Cordeiro Ortigara, Engin Koncagül e Lucilla Minelli

*Pubblicazione:* Valentina Abete e Marco Tonsini

*Comunicazione:* Simona Gallese e Laurens Thuy

*Amministrazione e supporto:* Barbara Bracaglia, Arturo Frascani e Lisa Gastaldin

*IT e sicurezza:* Fabio Bianchi, Michele Brensacchi e Francesco Gioffredi

# RINGRAZIAMENTI

Il Programma di valutazione delle acque del mondo delle Nazioni Unite (WWAP) riconosce il valore ed i contributi di FAO, UNDP, UN ambiente, UNESCO-IHP e UNU-INWEH i cui input, in qualità di agenzie capofila hanno reso possibile la preparazione dei contenuti di questo rapporto. Un apprezzamento sincero va alle commissioni economiche regionali (ECE, ECLAC, ESCAP, ESCWA) e all'UNESCO -Ufficio regionale multisettoriale ad Abuja-per il contributo al capitolo 5 sui temi e sulle esperienze nazionali e regionali Vorremmo anche ringraziare quei membri e partner di UN-Water e tutti le altre organizzazioni e individui che hanno fornito contributi e commenti utili in tutto a tutto il processo di produzione. Inoltre, il WWDR 2018 ha beneficiato delle recensioni del WWAP Comitato consultivo tecnico del WWAP.

Il WWAP è grato per il generoso contributo finanziario del governo italiano, che ha consentito il funzionamento del Segretariato WWAP e la produzione della serie WWDR, per le strutture fornite dalla Regione Umbria.

La versione spagnola del Rapporto è stata resa possibile grazie ad ANEAS (Associazione Nazionale di Acqua e servizi igienico-sanitari) del Messico e dei suoi membri. Vorremmo anche ringraziare gli uffici del settore UNESCO di Almaty, Pechino, Brasilia, Il Cairo e Nuova Delhi per la traduzione del sommario esecutivo del WWDR 2018 in russo, cinese, portoghese, arabo e hindi. Grazie alla preziosa collaborazione tra National Water Agency (ANA) e l'Ufficio UNESCO in Brasile, la lingua portoghese è stata inclusa nella serie di traduzioni.

# SINTESI



Zone salmastre nella baia a sud di San Francisco (USA)



Le soluzioni basate sulla natura (dall' Inglese "Nature Based Solution - NBS) sono ispirate e supportate dalla natura e dall'uso, o imitazione, dei processi naturali per contribuire al miglioramento nella gestione dell'acqua. Una NBS può coinvolgere, conservare o riabilitare gli ecosistemi naturali e/o il miglioramento o la creazione di processi naturali in ecosistemi modificati o artificiali. Le NBS possono essere applicate su micro-scala (ad esempio un WC asciutto) o macro-scala (ad esempio ampi spazi o colture e coltivazioni).

L'attenzione alla NBS è aumentata in modo significativo negli anni recenti. Ciò è evidenziato attraverso l'ampia diffusione di NBS in un'ampia gamma di istanze come le risorse idriche, la sicurezza sul cibo, agricoltura, biodiversità, ambiente, riduzione del rischio di catastrofi, insediamenti urbani e cambiamento climatico. Questa sana tendenza illustra una crescente convergenza di interessi attorno al riconoscimento della necessità di obiettivi comuni e l'identificazione di azioni di sostegno reciproco - come meglio illustrato nell'agenda 2030 - verso lo sviluppo sostenibile attraverso il suo riconoscimento dell'interdipendenza dei vari obiettivi.

Lo sviluppo delle NBS sarà fondamentale per raggiungere l'obiettivo dell'Agenda dello Sviluppo sostenibile nel 2030 la garanzia di un approvvigionamento idrico sostenibile non potrà essere raggiunto attraverso approcci tradizionali. Il concetto di NBS propone di lavorare con la natura invece che contro di essa, e quindi fornire un mezzo essenziale per andare oltre i metodi tradizionali al fine di sviluppare un guadagno di efficienza nella gestione delle risorse idriche.

La NBS risulta particolarmente promettente ai fini di una produzione alimentare sostenibile, migliori condizioni generali negli insediamenti umani, accesso all'approvvigionamento idrico e servizi igienico-sanitari e riduzione del rischio di catastrofi legate all'acqua.

Le NBS potranno anche aiutare a rispondere all'im-

patto dei cambiamenti climatici sulle stesse risorse idriche. NBS supporta e promuove un concetto di economia circolare rigenerativa che, attraverso il riutilizzo ed il riciclaggio incrementa la produttività delle risorse idriche, riduce i rifiuti e quindi abbatta l'inquinamento.

NBS supporta anche i concetti di crescita naturale o "green Economy" che promuovano l'utilizzo di risorse naturali e convogliano processi naturali al fine di sviluppare e sostenere l'economia. L'applicazione di NBS nella gestione dell'acqua genera anche benefici sociali, economici ed ambientali, quali un generale miglioramento delle condizioni di vita e di salute, dei mezzi di sostentamento, sviluppo occupazionale, cura e manutenzione degli ecosistemi e protezione della biodiversità.

Il valore di questi benefici indotti è sostanziale ed è fondamentale dirottare la decisione di investimenti in favore delle soluzioni NBS. Nonostante una lunga storia di esperienze positive e costruttive di applicazioni della NBS, esistono ancora casi dove le politiche della gestione delle risorse idriche ignorano l'applicazione della NBS, anche dove le stesse mostrano comprovati benefici. Per esempio, nonostante la crescita degli investimenti nelle NBS, i dati mostrano che siamo ancora abbondantemente al di sotto del 1% degli investimenti totali nelle infrastrutture per la gestione delle risorse idriche.

## Il mondo dell'acqua: richiesta, disponibilità, qualità ed eventi estremi

La domanda globale dell'acqua sta crescendo ad un ritmo dell'1% anno su anno principalmente a seguito della crescita della popolazione, dello sviluppo economico e le abitudini di utilizzo e continuerà in maniera significativa nei prossimi due decenni.

La richiesta per uso industriale e domestico crescerà anche di più di quella per l'agricoltura, nonostante questa ultima continuerà ad essere il maggiore utilizzo. La maggior parte della richiesta perverrà dai paesi con economie emergenti o in fase di sviluppo.

Contemporaneamente, il ciclo globale dell'acqua si intensificherà per effetto del cambio climatico, col risultato che regioni umide lo diventeranno sempre di più mentre quelle aride diventeranno sempre più aride.

Al momento si stima che circa 3.6 miliardi di persone (circa la metà della popolazione mondiale) viva in aree potenzialmente aride almeno un mese all'anno e che questa popolazione possa aumentare fino a 4,8 - 5.7 miliardi nel 2050.

Dal 1990, l'inquinamento dell'acqua è peggiorato in quasi tutti i fiumi dell'Africa, America Latina ed Asia. Il deterioramento della qualità è previsto aumenti nei prossimi decenni con conseguente pericolo per la salute dell'essere umano, dell'ambiente e di uno sviluppo sostenibile.

Globalmente, il problema principale relativamente alla qualità dell'acqua, sono gli scarichi di materiale organico che, dipendentemente dalle aree geografiche è anche associato ad agenti patogeni. Parimenti, scarichi di centinaia di sostanze chimiche influenzano la qualità dell'acqua. Il maggior incremento di inquinamento è potenzialmente previsto nei paesi a più basso reddito, principalmente a

causa del reddito, dell'elevata popolazione e scadenti o mancanti infrastrutture per la gestione degli scarichi.

Gli andamenti sui rischi della disponibilità e della qualità dell'acqua si accompagnano a quelli degli allagamenti e siccità. Il numero di persone a rischio per gli allagamenti è previsto crescere da 1.2 miliardi attuali a circa 1.6 miliardi nel 2050 (quasi il 20% della popolazione). La popolazione attualmente colpita da degrado territoriale per desertificazione o siccità è stimata pari a circa 1.8 miliardi, rendendo questo la principale causa di mortalità per cause naturali con relativo impatto economico sul Prodotto interno lordo pro capite.

## Degrado dell'ecosistema

Il degrado dell'ecosistema è al centro della sfida nella gestione delle acque. Nonostante il 30% della terra globale sia foresta, almeno due terzi di essa è in stato di degrado. La maggior parte dei terreni coltivabili, prevalentemente in fattorie e similari sono in condizioni appena decenti, degradate o molto degradate e le previsioni attuali prevedono solo peggioramenti in tal senso, con un impatto negativo sul ciclo dell'acqua per elevata ciclo di evaporazione, scarsa riserva di acqua con relativo degrado delle superficie del terreno accompagnato da erosione dello stesso. Dal 1900, circa il 64-71% delle terre umide è andato perso o distrutto a causa dell'essere umano. Tutto questo ha avuto un impatto negativo sull'idrologia sia su scala locale che globale. Esiste evidenza che questo cambio dell'ecosistema ha contribuito allo sviluppo di malattie di intere antiche civiltà.

Una domanda pertinente oggi è se noi possiamo evitare che lo stesso accada oggi. La risposta a questo, almeno in parte, risiede nella nostra capacità ed abilità a lavorare con la natura e non contro di essa, adottando proprio e sempre meglio soluzioni NBS.

## Il Ruolo dell'ecosistema nel ciclo dell'acqua

I processi ecologici nel e sul territorio influenzano la qualità dell'acqua ed il modo in cui essa fluisce attraverso il sistema, così come la formazione e l'erosione del terreno, il trasporto e la deposizione del sedimento; tutte cose che esercitano una grossa influenza sull'idrologia. Nonostante le foreste siano al centro dell'attenzione quando si tratta di idrologia e gestione del territorio, le colture e le aree verdi giocano anche esse un ruolo fondamentale. Il terreno risulta critico nel controllo del movimento, conservazione e trasformazione dell'acqua. La biodiversità ha un ruolo fondamentale nel concetto di NBS in quanto promotrice dello sviluppo di processi e funzioni dell'ecosistema e quindi la possibilità di sviluppare ed erogare servizi orientati ad esso.

Il report delle Nazioni Unite sullo sviluppo dell'acqua nel mondo ("United Nations World Water Development Report 2018").

L'ecosistema ha una influenza importante sul riciclo delle precipitazioni sia su base locale che su quella mondiale. Invece di essere considerato un "consumatore" di acqua, sarebbe più appropriato considerare la vegetazione quale un "riciclatore" di acqua. Globalmente, fino al 40% delle preci-

pitazioni sono originate dal trasporto della traspirazione da parte del vento ed altri tipi di evaporazione dalla terra, laddove in alcune zone del globo, queste rappresentano la maggiore sorgente di precipitazioni.

L'utilizzo della terra in certe aree ha quindi significative ripercussioni per le risorse di acqua e relative economie in terre e posti distanti, ponendo così limiti all'importanza dell'utilizzo di bacini e canali (in contrapposizione alla gestione delle precipitazioni) quali criteri di gestione.

Infrastrutture naturali o "green" per le acque usano sistemi naturali o semi-naturali come le NBS per offrire alternative alla gestione delle acque che sono equivalenti o simili a quelle tradizionali (costruzioni o fisiche). In alcune circostanze, l'approccio basato su soluzioni naturali riesce ad offrire la migliore se non l'unica possibile soluzione (ad esempio, recupero del territorio per combattere la desertificazione o il degrado), così come in alcuni casi solo le tradizionali soluzioni possono funzionare (si pensi a come portare acqua attraverso normali condotti o tubi nelle utenze domestiche)

In molti casi, comunque, infrastrutture naturali ("green") o tradizionali possono e devono lavorare congiuntamente. Alcuni dei migliori casi di NBS sono quelli in cui essi migliorano l'efficienza delle soluzioni tradizionali. La situazione attuale, unitamente all'usura del tempo, rendono le NBS potenzialmente valide alternative e soluzioni per inappropriate o inefficienti tradizionali infrastrutture, rappresentando anche opportunità di servizi sull'ecosistema e miglioramento delle condizioni generali di vita per quanto concerne la gestione delle risorse idriche.

Una delle maggiori prerogative delle NBS è che queste permettono di offrire gruppi o insiemi di servizi all'ecosistema anche se apparentemente classificate come singolo intervento. Così, le NBS offrono multipli vantaggi e spesso indirizzano problemi di quantità, qualità e controllo del rischio idrologico allo stesso tempo. Un altro vantaggio importante, è rappresentato dalla capacità delle NBS di sviluppare la resilienza complessiva del sistema. Un migliore ricambio ed accumulo delle risorse di acque in terra rappresenta un più sostenibile ed efficace sistema rispetto a quello tradizionale, quale ad esempio le dighe. L'agricoltura dovrà rispondere ad un aumento della domanda di cibo migliorando le proprie risorse riducendo allo stesso tempo l'impatto ambientale e in questo senso l'acqua è fondamentale. Una pietra miliare tra le soluzioni in tal senso è la "sostenibile intensificazione ecologica" della produzione del cibo che aumenta i servizi dell'ecosistema nella coltura e coltivazioni di ampie misure attraverso, per esempio, una efficace gestione del terreno e della vegetazione. Agricoltura conservativa, che include e prevede pratiche mirate a minimizzare i danni al suolo, mantenere la superficie del suolo e utilizzare la rotazione delle colture è una colonna portante di una sostenibile intensificazione della produzione. Un sistema agricolo che riabilita o conserva i servizi all'ecosistema può essere produttivo ed intensivo allo stesso tempo, ad alta ricettività ma con significanti riduzioni di apporti esterni.

Sebbene NBS offra significanti risparmi e convenienze nell'irrigazione, la migliore leva per incrementare la produttività sono i sistemi ad acqua piovana che rappresentano la maggior parte della produzione attuale e delle fattorie a conduzione familiare (fornendo così i maggiori benefici nella riduzione della povertà e del miglioramento

delle condizioni generali di vita). Il guadagno teorico che potrebbe così essere ottenuto supererebbe la domanda complessiva globale di acqua, riducendo in tal modo anche i conflitti tra i vari utenti legati alla fruizione della stessa. Le soluzioni NBS rivestono un ruolo importante anche nei centri urbani, specie in considerazione che la maggior parte della popolazione mondiale vive in tali contesti. Le infrastrutture "verdi", tra i quali gli edifici verdi, rappresentano la nuova tendenza in tal senso e costituiscono un nuovo punto di riferimento e valutazione di standard tecnici che comprendono molti aspetti di NBS. Aziende ed industrie promuovono sempre di più le politiche e le tecniche NBS con l'obiettivo di migliorare la gestione e la disponibilità dell'acqua, suffragati anche da riscontri economici e di convenienza.

---

## NBS nella gestione della disponibilità dell'acqua

NBS affronta la fornitura dell'acqua attraverso l'utilizzo delle precipitazioni, umidità e conservazione delle scorte, infiltrazioni e trasmissione così da garantire una gestione in loco per le necessità di acqua. La protezione delle sorgenti permette un risparmio nella fornitura dei centri urbani e contribuisce anche a migliorare l'accesso alle risorse idriche in contesti rurali. Foreste, praterie e zone umide così come terreni e coltivazioni laddove gestite correttamente, giocano un ruolo fondamentale nella qualità dell'acqua riducendo la quantità di sedimenti, catturando e sequestrando inquinanti e scarichi organici. I casi di acqua inquinata, gli ecosistemi naturali ed artificiali consentono un miglioramento della qualità dell'acqua.

La costruzione di nuovi serbatoi e depositi di acqua diventa sempre più critica e difficoltosa per la presenza di sabbia, diminuzione del deflusso, restrizioni ambientali ed anche dal fatto che in molti paesi sviluppati le soluzioni più efficaci ed efficienti sono già ampiamente sfruttate.

In molti casi, la gestione delle zone umide, la diffusione di agenti chimici e relativo inquinamento spesso organico, rimane uno dei principali problemi su scala mondiale, inclusi i paesi sviluppati.

Sono anche questi i problemi che meglio rispondono a soluzioni NBS in quanto queste possono restaurare la qualità del terreno incluse le sostanze nutritive riducendo così la necessità di fertilizzanti e relative infiltrazioni degli stessi nelle falde acquifere.

---

## Le NBS nella gestione della qualità delle acque

Le infrastrutture "green" sono sempre più utilizzate per gestire e ridurre la quantità di deflusso nei centri urbani. Esempi in tal senso sono i muri verdi, tetti verdi e bacini di drenaggio per ridurre o evitare i danni dovuti a deflussi violenti a seguito di forti precipitazioni naturali. Zone umide (paludi, bacini) sono anche esse utili per mitigare gli effetti di deflussi critici o inquinati. Siano esse naturali o artificiali, le zone umide consentono di biodegradare e contenere le sostanze nocive, inclusi i rifiuti farmaceutici; in alcuni casi, le

zone umide naturali sono anche più efficaci di quelle artificiali e rappresentano l'unico valida possibilità per alcune sostanze farmaceutiche. Esistono comunque dei limiti alle soluzioni NBS. Ad esempio, in caso di trattamento di scarichi industriali in presenza di specifiche sostanze e/o quantità delle stesse e questo rende necessario continuare ad utilizzare tradizionali infrastrutture e sistemi per questi casi. Si notano tuttavia alcuni casi in cui le NBS hanno riscontri positivi anche su scala industriale.

---

## Le NBS nella gestione dei rischi associati all'acqua

I rischi associati ai disastri ambientali legati all'acqua, come allagamenti e siccità, rappresentano un danno enorme e sempre crescente nell'economia globale. Circa il 30% della popolazione si ritiene abiti in zone permanentemente soggette a siccità o alluvioni. Il degrado dell'ecosistema rappresenta la causa principale di ciò, riducendo inoltre la possibilità di adottare soluzioni di tipo NBS. Infrastrutture di tipo verde ("green") apportano vantaggi significativi nella riduzione del rischio idrogeologico e quando combinate a strutture tradizionali possono apportare vantaggi enormi nelle riduzioni dei rischi e degli effetti di eventi catastrofici. La NBS può essere utile nella gestione degli allagamenti in termini di ritenzione, gestendo le infiltrazioni ed i flussi sul terreno, sviluppando, ad esempio flussi strutturati di scarico e facendo convergere questi in pianure alluvionali. Il concetto della convivenza con gli allagamenti ed alluvioni include soprattutto una serie di approcci strutturali e non che consentono di essere adeguatamente preparati all'evento; questo facilita al contempo l'applicazione di altre tecniche nella gestione e riduzione degli effetti dell'allagamento.

La siccità non è sempre e solo limitata alle zone tipicamente aride, così come spesso la si rappresenta, ma crea situazioni critiche anche in zone dove usualmente non esiste scarsità di acqua. Le soluzioni potenziali offerte da NBS in ambito di siccità sono essenzialmente le stesse illustrate nella gestione della disponibilità delle acque, inclusi le colture e le falde acquifere utilizzate come serbatoi in caso di estrema scarsità di acqua. Le precipitazioni stagionali rappresentano un'opportunità per immagazzinare acqua da essere poi utilizzata in periodi di siccità. Il potenziale offerto dallo stivaggio in substrati e falde acquifere è ancora molto lontano dall'essere sviluppato appieno. Le progettazioni dei bacini e le sponde dei fiumi rappresentano una grande opportunità sia per lo stivaggio che per la gestione dei rischi in caso di eventi naturali.

---

## Le NBS per incrementare la sicurezza idrica (disponibilità e qualità): molteplici vantaggi

Le NBS offrono multipli vantaggi sia nella disponibilità che nella sicurezza (qualità/bontà) dell'acqua; questo al contempo induce ulteriori vantaggi anche su scala locale ed economica, oltre che ambientale. Le NBS riescono ad offrire soluzioni di mutuo vantaggio, come ad esempio in

agricoltura dove le NBS possono offrire una maggiore produttività unitamente ad una migliore disponibilità di acqua con riduzione dell'inquinamento.

Restauro e rinnovamento di bacini e spartiacque è diventato un fattore critico di successo per garantire adeguato approvvigionamento idrico nei centri urbani, con conseguente riduzione dei rischi in tali aree. Strutture verdi urbane possono offrire positivi riscontri e vantaggi in termini di disponibilità idrica, qualità dell'acqua e riduzione dei rischi connessi ad allagamenti e siccità. Anche per utilizzi sanitari le zone umide per raccolta di scarichi idrici possono essere vantaggiosi quando si applicano i concetti NBS ad utilizzi di acqua non potabile come irrigazione e produzione di energia.

---

## Criticità e limiti

Esistono criticità nella crescita delle NBS legate essenzialmente a parametri e motivi di tipo locale e di settore industriale. Resta forte un'inerzia nell'utilizzo di infrastrutture tradizionali legate alla persistente applicazione di norme e regole esistenti in tale ambito (costruttivo e generale) da parte degli Stati; unitamente a ciò permane una volontà a mantenere in vita regole di tipo civilistico, costruttivo, economico e non ultima la poca esperienza da parte degli operatori delle tecniche NBS che comporta in ultima analisi una scarsa propensione da parte dei politici a recepire i vantaggi della NBS ed a assumere che essa sia anzi poco efficiente o più rischiosa delle strutture e tecniche tradizionali. NBS spesso richiede interdisciplinare collaborazione tra le istituzioni e tutti gli aventi causa, cosa questa molto complessa da raggiungere. L'impianto istituzionale attuale non evolve sulla scia e sulla base delle politiche NBS; esiste una scarsa conoscenza diffusa sui temi del Rapporto delle Nazioni Unite sullo sviluppo mondiale dell'acqua datato 2018, ai diversi livelli istituzionali, politici e sociali su ciò che la NBS può realmente offrire. Questo può essere sintetizzato come scarsa comprensione sulle metodologie di integrazione tra NBS e strutture e concetti tradizionali in ambito idrico.

Esistono miti e/o incertezze in merito alla funzionalità delle infrastrutture "verdi" o naturali e circa le possibilità ed il significato dei servizi all'ecosistema in termini pratici. Non è neanche molto chiaro a volte cosa costituisca la NBS. Esiste una carente informazione tecnica, strumenti ed approcci per valutare la forma più appropriata di soluzione NBS da adottare o integrare con esistenti soluzioni tradizionali. Le funzioni idrogeologiche di un ecosistema naturale come zone umide e pianure alluvionali sono molto poco capite rispetto a quelle tradizionali. Di conseguenza le soluzioni NBS sono decisamente rifiutate o disconosciute in fase di pianificazione di interventi e gestione delle risorse naturali. Questa situazione si traduce anche in insufficienti o scarsi investimenti in ricerca e sviluppo nelle NBS, oltre ad una valutazione parziale o scarsa delle attuali esperienze e dati di soluzioni NBS, soprattutto in ambito idrogeologico, sia come integrazione delle tradizionali soluzioni che come soluzioni NBS in quanto tali. Ci sono limiti in merito a quanto l'ecosistema può raggiungere e questi limiti richiedono maggiori approfondimenti. Valga per esempio il "punto di non ritorno", oltre il quale l'ecosistema non è in grado di recuperare e ricoverare, portando così le conseguenze a livelli irreversibili; questo aspetto, solo teoricamente e

raramente sviscerato, è di fondamentale importanza per quanto riguarda la comprensione dei rischi associati al punto di non ritorno per comprendere quale esso sia in una specifica situazione (come ad esempio alto livello di inquinamento da sostanze tossiche) ed evitare la compromissione irreversibile dell'ecosistema.

L'alto livello di variabilità degli impatti dell'ecosistema sull'idrologia (dipendenza dal sistema o sottosistema, luogo, condizioni, clima e gestione) suggerisce di evitare generalizzazioni ed assunti pregiudizievole circa la NBS. Ad esempio, alcuni alberi possono aumentare o diminuire le riserve di acqua nelle terra a seconda del tipo, densità, luogo, età e dimensioni degli stessi. Questo ci dice che i sistemi naturali sono dinamici ed il loro impatto e ruolo varia continuamente. Un assunto molto spesso abusato circa la NBS è che queste sono economicamente convenienti, laddove invece ciò dovrebbe essere appurato attentamente in fase di valutazione, includendo anche i benefici reciproci ed indotti. Mentre alcune soluzioni NBS su piccola scala possono essere a basso o quasi a zero costo, altre su più larga scala potrebbero rivelarsi essere sensibilmente costose. A titolo di esempio, il recupero di un ecosistema può spaziare da pochi centinaia di dollari fino ad arrivare a diversi milioni di investimento per ettaro. La conoscenza specifica ed approfondita del sito dell'ecosistema in questione è essenziale ma talvolta inadeguata. Ora che l'attenzione delle NBS è aumentata, gli operatori a diversi livelli dovranno migliorare notevolmente la propria competenza al fine di supportare adeguatamente e professionalmente le decisioni in ambito NBS evitando sopravvalutazioni delle soluzioni offerte, evitando di sprecare il positivo impeto che si sta sviluppando.

## Le risposte, ovvero creare le condizioni per accelerare la comprensione delle NBS

La risposta richiesta alle sfide fin qui descritte è nel creare le condizioni favorevoli affinché le NBS possano essere valutate unitamente ad altre soluzioni quali altrettanto valide e quindi percorribili nell'ambito della gestione delle risorse idriche.

### *Sfruttare la leva finanziaria*

Le NBS non richiedono sempre e necessariamente leve finanziarie, quanto piuttosto un adeguato indirizzamento della risorse già disponibili per sfruttarle al meglio. Gli investimenti nelle strutture "green" sono ora utilizzate anche grazie ad un riconosciuto potenziale di sviluppo di servizi sull'ecosistema che rende complessivamente le soluzioni NBS appetibili e vantaggiose anche sul lungo termine. La valutazione del ritorno dell'investimento delle NBS spesso non considera questi fattori proprio come le tradizionali soluzioni non tengono in considerazione, in negativo, l'impatto che esse hanno sull'ambiente e sulla società. La struttura dei pagamenti per servizi sull'ambiente fornisce incentivi monetari e non, per sviluppare e facilitare comunità, contadini, proprietari terrieri al fine di proteggere e preservare ecosistemi naturali ed adottare pratiche volte allo sviluppo di agricoltura sostenibile. Queste azioni generano benefici agli utenti finali delle

risorse idriche in termini di regolamentazione di utilizzo dell'acqua, controllo degli allagamenti, controllo dell'erosione e sedimentazione al fine ultimo di garantire una sempre migliore gestione delle risorse idriche riducendo i costi di gestione delle infrastrutture per il trattamento delle acque.

Gli emergenti "bond green" dimostrano che esiste un potenziale per mobilitare e sfruttare risorse finanziarie dimostrando anche che le NBS possono elargire risultati positivi quando gestite in maniera oculata e rigorosa. Il settore privato può essere ulteriormente stimolato e guidato a promuovere NBS nei propri ambiti di competenza. Sviluppare e formare competenze e consapevolezza sulle potenzialità della NBS è sicuramente un facilitatore in tal senso; trasformare inoltre le politiche agricole rappresenta un ulteriore viatico per uno sviluppo delle NBS. Tutto questo richiede il superamento del pensiero tradizionale che vede la maggior parte degli investimenti pubblici e buona parte di quelli privati dedicati alle politiche di sviluppo tradizionale volte alla agricoltura intensiva, che alimentano la criticità e la futura disponibilità delle risorse idriche. Veicolare il concetto secondo cui è possibile ottenere risultati analoghi in termini di produzione agricola anche attraverso l'utilizzo di politiche e tecniche NBS (quali la gestione del terreno e delle ampie coltivazioni), non solo aiuterebbe il raggiungimento dell'obiettivo di assicurare cibo per la popolazione, ma anche quello di finanziare iniziative NBS nella gestione dell'acqua.

La valutazione dei mutui benefici delle NBS (attraverso un'analisi olistica del rapporto costi-benefici) è un passo essenziale per ottenere sani investimenti e riversare risorse finanziarie in maniera trasversale sui diversi settori. Tutti i benefici e non solo quelli strettamente connessi all'aspetto idrologico, dovrebbero essere considerati nella valutazione dell'investimento economico.

Ciò richiede una dettagliata ed attenta analisi ed approccio sistematico che apporta, come mostrano le evidenze, un miglioramento complessivo delle scelte e dei relativi risultati conseguiti

Le NBS non solo beneficiano in primis di eventuali armonizzazioni in tal senso, ma al contempo rappresentano uno strumento per ottenerle in virtù della loro capacità di offrire molteplici e spesso mutui benefici al di là di quelli in ambito idrologico. Una chiara impostazione e direttiva politica in tal senso potrebbe accelerare significativamente la diffusione delle NBS rafforzando la cooperazione tra i diversi settori.

### *Creare una normativa ed una giurisprudenza favorevole*

Creare una normativa ed una giurisprudenza favorevole, aumentare la conoscenza di base verso le NBS, incluso l'ausilio rigoroso delle scienze, è un punto fondamentale per superare questo obiettivo di diffusione. Evidenze chiare aiutano a prendere decisioni efficaci sulla fattibilità delle NBS; ad esempio, uno dei casi di perplessità nei confronti delle NBS è che il tempo necessario affinché esse diventino efficaci e sortiscano gli effetti desiderati è troppo lungo e maggiore rispetto alle soluzioni tradizionali. Anche in questo caso, i risultati mostrano che spesso i tempi per ottenere risultati dalle NBS è del tutto simile a quello delle tradizionali, se non migliore in alcuni casi.

La stragrande maggioranza delle regole e giurisprudenza

in materia idrologica fu sviluppata avendo come riferimento le strutture tradizionali; come conseguenza è abbastanza arduo far passare in questo ambito le logiche NBS. Tuttavia, in attesa e senza attendere drastici cambiamenti sulle regole, sarebbe sufficiente promuovere adeguatamente le NBS attraverso gli esistenti schemi e riferimenti normativi. In posti dove non esiste ancora una legislatura in materia, identificare i punti di favore e vantaggi della NBS sicuramente aiuta la promozione della stessa. Una giurisprudenza locale in favore delle NBS ne aiuterebbe notevolmente l'implementazione, come accade in Perù, ad esempio, dove un impianto legale è stato definito per sviluppare e regolamentare gli investimenti nell'ambito della Economia "Green"; anche regolamentazioni regionali e su base locale aiutano a promuovere il cambio di direzione verso le NBS. L'unione europea, ad esempio ha fornito un valido contributo nello sviluppo delle opportunità attraverso l'armonizzazione delle politiche di agricoltura, gestione delle acque e dell'ambiente. A livello globale, le NBS offrono agli Stati la possibilità di rispondere positivamente ai diversi accordi multilaterali in tema di ambiente (soprattutto nella convenzione delle biodiversità biologiche, Accordo quadro delle Nazioni Unite sui cambi climatici, la Convenzione di Ramsar sulle zone umide, gli accordi di Sendai sulla riduzione dei disastri ambientali, accordo di Parigi sul cibo ed il cambio climatico) ed al contempo offrire valide risposte agli imperativi economici e sociali. Un globale accordo per promuovere le NBS è l'agenda per lo sviluppo sostenibile con i relativi obiettivi di sviluppo entro il 2030.

### *Migliorare la collaborazione tra i settori*

La NBS può richiedere livelli molto maggiori di collaborazione intersettoriale e istituzionale rispetto agli approcci di infrastruttura tradizionale, in particolare se applicata su scala paesaggistica. Tuttavia, questo può anche aprire opportunità per riunire quei gruppi sotto un approccio o un'agenda comune. In molti paesi, il panorama politico rimane molto frammentato. Una migliore armonizzazione delle politiche attraverso programmi economici, ambientali e sociali è un requisito generale a sé stante. NBS non è solo un beneficiario di tale armonizzazione, ma anche un mezzo per raggiungerlo, grazie alla sua capacità di fornire molteplici e spesso significativi benefici diffusi, oltre ai soli risultati idrologici. Chiari mandati dal più alto livello politico possono accelerare significativamente l'assorbimento delle NBS e favorire una migliore cooperazione intersettoriale.

### *Migliorare la conoscenza di base*

La conoscenza tradizionale e quella delle funzioni dell'ecosistema locale, unitamente alle interazioni che si sviluppano con la società rappresenta un notevole patrimonio e tutto ciò dovrebbe essere tenuto in grande considerazione in fase decisionale. Una risposta prioritaria è lo sviluppo e la implementazione di criteri comuni verso i quali sia le soluzioni NBS che quelle tradizionali devono confrontarsi e misurarsi in tema di gestione idrica; tale griglia comune può essere sviluppata anche su base dei singoli casi. La piena inclusione dei benefici idrologici, altri benefici indotti unitamente a tutti gli altri benefici e costi legati ai servizi sull'ecosistema è fondamentale ed aiuterà anche nella costruzione del consenso da parte di tutti i gruppi di operatori ed aventi causa (stakeholders) a diversi livelli.

La conoscenza della comunità tradizionale o locale del funzionamento dell'ecosistema e l'interazione tra la natura e la società possono essere una risorsa importante. È necessario apportare miglioramenti nell'incorporare queste conoscenze nelle valutazioni e nel processo decisionale. Una risposta prioritaria è lo sviluppo e l'attuazione di criteri comuni rispetto ai quali sia possibile valutare sia la NBS sia altre opzioni per la gestione delle risorse idriche. I criteri generali comuni per una valutazione delle opzioni di gestione delle risorse idriche (ad esempio soluzioni verdi o grigie) possono essere sviluppati caso per caso. La piena inclusione di tutti i benefici idrologici, altri benefici e l'intera gamma di costi e benefici dei servizi ecosistemici (per qualsiasi opzione) è un requisito fondamentale. Ciò a sua volta richiederà un consolidamento del consenso tra i vari gruppi di stakeholder rilevanti.

## **Il potenziale contributo delle NBS nella gestione delle acque per il raggiungimento della agenda di sviluppo sostenibile nel 2030**

Le NBS possono richiedere un maggior livello di interazione ed interconnessione rispetto alle soluzioni tradizionali tra le istituzioni ed i diversi settori operanti nel campo ai diversi livelli, soprattutto quando si considerano ampi territori. Tuttavia il lato positivo è che questo comporta la necessità dei diversi gruppi di riportare i rispettivi approcci verso una metodologia comune. Le NBS apportano notevoli benefici ed opportunità al fine del raggiungimento degli obiettivi dettati dall'Agenda dello Sviluppo Sostenibile 2030 (SDG - Sustainable Development Goal) con riferimento a quelli sull'acqua (SDG 6).

Area questa il cui contributo si riflette con impatti molto positivi anche su altre aree di intervento (SDG) come la disponibilità dell'acqua, Agricoltura sostenibile (SDG 2) stili di vita sana (SDG 3) strutture resilienti (in riferimento all'acqua SDG 9) sviluppo urbano sostenibile (SDG 11) e riduzione del rischio di disastro ambientale. Ed infine cambio climatico (SDG 13).

In molti Paesi, il panorama normativo e di standard rimane altamente frammentario. Una migliore armonizzazione delle politiche e procedure che attraverso politica, economia e sociale rappresenterebbe un beneficio anche in relazione agli obiettivi sull'ecosistema e l'ambiente, ivi inclusi i benefici sulle aree costiere per quanto riguarda l'utilizzo delle terre in tali aree, unitamente alla collaborazione multi settoriale.

Il rapporto 2018 delle Nazioni Unite sullo sviluppo idrico-Oceani (SDG 14) e la protezione dell'ecosistema e biodiversità (SDG 15)

Altre aree di intervento dove le NBS offrono significativi vantaggi nel raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda sullo Sviluppo Sostenibile (SDG), includono altri aspetti dell'agricoltura: l'energia primo fra tutti; lo sviluppo economico sostenibile; pieno, sostenibile e decoroso impiego lavorativo per tutti; realizzazione di centri urbani a misura d'uomo: inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili; assicurare un filiera di sostenibilità nei consumi e nella produzione; riduzione ed abbattimento del cambio climatico e relativi impatti.

---

## Andare avanti

Il progressivo incremento delle soluzioni NBS è centrale nella gestione attuale delle risorse idriche al fine di garantire disponibilità e qualità dell'acqua riducendo i rischi associati (alluvioni, siccità, scarichi, etc). Senza un sensibile e deciso incremento delle soluzioni e implementazioni delle NBS, la sicurezza di disponibilità e qualità dell'acqua continuerà a deteriorarsi, probabilmente anche in maniera rapida. Le NBS offrono una vitale spinta per andare oltre gli schemi tradizionali; tuttavia la necessità e le opportunità per ulteriori implementazioni delle NBS resta ancora sottostimata e sottovalutata. Il rapporto sullo sviluppo mondiale idrico (World Water Development Reports) continua a ribadire la necessità di un cambio radicale su come la risorsa acqua è gestita. L'inadeguato riconoscimento sull'importanza del ruolo che l'ecosistema riveste in tal senso rinforza questa necessità di cambio di pensiero e le NBS consentono di raggiungere ed attuare questo cambio. Questo cambio sostanziale non può più rimanere un'aspirazione; questo cambio di paradigma e di pensiero deve accelerare rapidamente e diventare immediatamente operativo, con azioni concrete su fronti pratici ed operativi, in loco. L'obiettivo è di ridurre i costi e rischi, massimizzando al contempo il ritorno e la solidità delle soluzioni, fornendo una soluzione "ad hoc" con buone prestazioni. Le politiche e regole dovrebbero consentire un grado decisionale al giusto livello locale su questi temi. Abbiamo avuto un buon inizio, anche se con ritardo, su questi processi, ma abbiamo ancora tanta strada da percorrere.

---

## Coda

Come il genere umano ha attraversato il suo corso dall'Antropocene cercando di evitare le tragedie del passato, l'adozione delle politiche NBS non è soltanto necessaria per migliorare la gestione delle risorse idriche e garantire la disponibilità delle stesse per tutti, ma è anche necessaria per fruire dei benefici indotti nello sviluppo sostenibile. Sebbene NBS non è la panacea, essa gioca un ruolo fondamentale nella costruzione di un futuro migliore, più equo e sostenibile per tutti.



# PROLOGO

**LO STATO DELLE RISORSE IDRICHE  
NEL CONTESTO DI SOLUZIONI  
BASATE SULLA NATURA (NBS)**



WWAP | David Coates and Richard Connor

Con il contributo di: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)

La foresta di mangrovie a Phang-Nga Bay (Thailandia)



Le tendenze attuali dello stato delle risorse idriche sono ampiamente valutate ed identificate nel precedente rapporto “World Water Development”.

Il mondo continua ad affrontare sfide multiple e complicate che sono destinate ad amplificarsi nel futuro. Questo prologo si concentra sui due aspetti di queste sfide sulle risorse idriche che hanno una particolare rilevanza per l’NBS.

Primo, include una valutazione a livello globale dello stato corrente e delle tendenze nel settore della richiesta di acqua e della sua disponibilità, sugli eventi estremi relativi all’acqua e alla sua qualità, riconoscendo che una gestione sostenibile di cibo, energia e acqua sono profondamente interconnessi e che queste connessioni hanno bisogno di essere considerate.

Secondo, descrive come l’impatto del cambiamento dell’ecosistema sulle risorse idriche mostra chiaramente il coinvolgimento di ecosistemi relativi anche al cibo e all’energia.

## Richiesta di acqua

L’utilizzo di acqua è cresciuto di sei volte negli ultimi 100 anni (Wada et al., 2016) e continua a crescere in maniera costante con un valore di circa l’1% annuo (AQUASTAT, n.d.). L’utilizzo di acqua è destinato a crescere a livello globale in funzione della crescita della popolazione, dello sviluppo economico e degli schemi di consumo, insieme ad altri fattori.

Ci si aspetta una crescita della popolazione mondiale da 7,7 miliardi nel 2017 a 9,4 miliardi nel 2050, con due terzi della popolazione che vivono nelle città. Più della metà di questa crescita ci si aspetta avvenga in Africa (+1,3 miliardi) e in Asia (+0,75 miliardi) (fonte: UNDESA, 2017).

Durante lo stesso periodo (2017-2050), il prodotto interno lordo (GDP) ci si aspetta che aumenti di due volte e mezzo (fattore 2,5) (fonte: OECD, n.d.), nonostante ci si aspetta grandi differenze tra i diversi paesi. La domanda globale per la produzione in agricoltura e di energia (principalmente cibo ed elettricità), entrambi con consumi di acqua estremamente alti, ci si aspetta che aumenti approssimativamente dal 60% fino all’80% entro il 2050 (Alexandratos e Bruinsma, 2012; OECD, 2012). Allo stesso tempo, il ciclo dell’acqua si andrà intensificando per colpa del riscaldamento globale con regioni umide che diventeranno sempre più umide e regioni secche che diventeranno sempre più secche (IPCC,

## In tutto il mondo la richiesta di acqua aumenterà in maniera significativa durante i prossimi venti anni

2014). Questi aspetti di cambiamento globale ci mostrano il bisogno di una veloce pianificazione ed esecuzione di una gestione strategica, efficace e ragionevole e di contromisure che combattano il potenziale deterioramento della sicurezza idrica (Burek et al., 2016). L'attuale richiesta di acqua globale è stata stimata in 4.600 km<sup>3</sup> annui con prospettive di crescita del 20-30% fino ad arrivare tra i 5.500 e i 6.000 km<sup>3</sup> annui nel 2050 (Burek et al., 2016).

Comunque, “le stime su scala globale sono complicate per la carenza di dati combinati disponibili di importanti fattori ambientali, sociali, economici e politici come il cambio climatico, l'incremento della popolazione, la modifica di utilizzo delle terre, sviluppo economico e globalizzazione, innovazioni tecnologiche, stabilità politica e la cooperazione internazionale. A causa di queste interconnessioni, la gestione locale dell'acqua ha un impatto globale e lo sviluppo globale hanno impatti locali.” (Wada et al., 2016, p. 176).

L'agricoltura rappresenta circa il 70% del consumo globale di acqua, la stragrande maggioranza dei quali sono usati per l'irrigazione. Eppure le stime globali di consumo dell'acqua per irrigazione annuale sono cariche di incertezza. Questo non è semplicemente a causa della mancanza di monitoraggio e registrazione sull'acqua usata per irrigazione, ma anche alla natura intrinsecamente erratica della pratica stessa.

La quantità di acqua utilizzata per l'irrigazione in un preciso periodo di tempo varia con il tipo di coltura e con le loro stagioni di crescita e dipende anche dalle pratiche di coltivazione e variabilità del suolo locale oltre alle condizioni climatiche. L'efficienza delle diverse tecniche di irrigazione ha anche un impatto diretto sull'uso generale dell'acqua. Questo è ciò che rende la stima della futura domanda d'acqua per l'irrigazione così difficile. Per esempio, mentre Burek et al. (2016) ha previsto un incremento globale di utilizzo di acqua per irrigazione nel 2050 tra il 23% e il 42% rispetto al consumo del 2010, la FAO e le Nazioni Unite hanno previsto invece un incremento del 5,5% di crescita nei consumi dal 2008 al 2050. Invece, citando i previsti aumenti dell'efficienza dell'acqua di irrigazione, l'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OECD, 2012) ha previsto una leggera diminuzione del consumo di acqua per

irrigazione nel periodo 2000-2050. Indipendentemente a quale sia la richiesta d'acqua per l'agricoltura, per incontrare l'incremento previsto del 60% in necessità di cibo, sarà necessario, come al solito, incrementare le terre coltivabili.

Considerando le pratiche di gestione agricola prevalenti, l'intensificazione della produzione comporta una maggiore lavorazione meccanica del suolo e uso di agrofarmaci, energia e acqua. Questi sistemi, associati ai sistemi alimentari esistenti, rappresenteranno la causa della perdita del 70% di biodiversità terrestre entro il 2050 (Leadley et al., 2014). Tuttavia, questi impatti, comprese le richieste per un consumo maggiore di terra e di acqua potrebbero essere evitati se si intensificasse ulteriormente la produzione agricola ecologica che comporta il miglioramento dell'ecosistema. (FAO, 2011b).

L'utilizzo dell'acqua da parte dell'industria, che rappresenta circa il 20% del consumo totale, è dominato dalla produzione di energia, che ne attinge per circa il 75%, con il restante 25% di prelievi di acqua industriali utilizzati per la produzione manifatturiera (WWAP, 2014). Le proiezioni di Burek et al. (2016) suggeriscono che la domanda globale di acqua da parte dell'industria aumenterà in tutte le regioni del mondo, ad eccezione del Nord America e l'Europa occidentale e meridionale. La domanda industriale potrebbe aumentare fino a otto volte (in termini relativi) in regioni come l'Africa occidentale, centrale, orientale e meridionale, dove le industrie rappresentano attualmente una percentuale molto piccola del totale consumo dell'acqua.

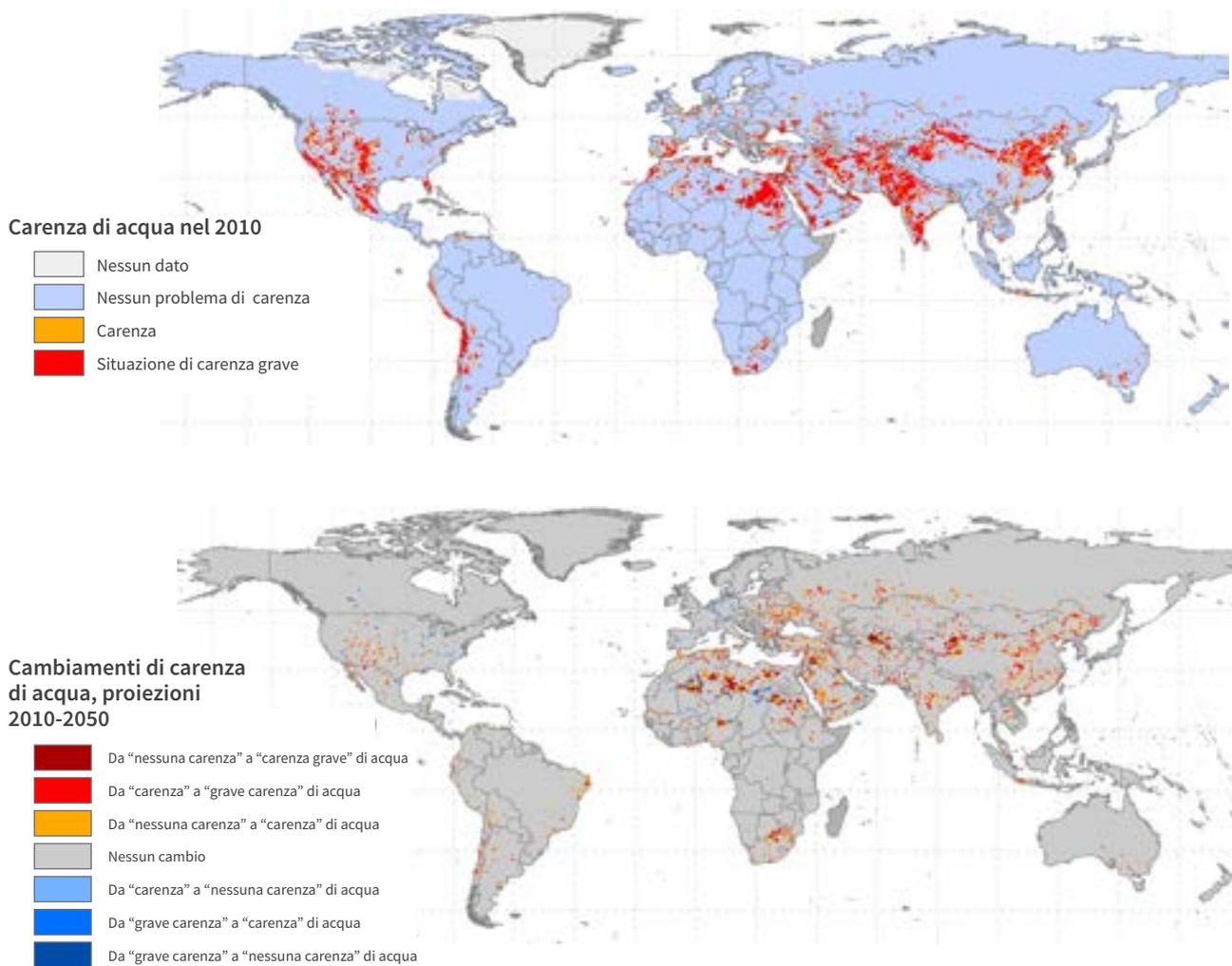
La domanda di acqua per consumo industriale dovrebbe aumentare in modo significativo (fino a due volte e mezzo) anche nelle regioni meridionali, centrali e orientali dell'Asia (Burek et al., 2016). Secondo l'OCSE (2012), l'acqua consumata per la produzione manifatturiera dovrebbe aumentare del 400% nel periodo 2000-2050. La stima dell'aumento del consumo di acqua per la produzione energetica nel periodo 2000-2035 è di circa un quinto, laddove il consumo di acqua aumenterebbe dell'85% spinto dall'utilizzo di centrali elettriche più efficienti con sistemi di raffreddamento più avanzati (che riducono i prelievi d'acqua, ma ne aumentano il consumo) e aumento della produzione di biocarburanti (IEA, 2012). Chaturvedi et al. (2013) suggeriscono che limitare la produzione di bioenergia a coltivazioni marginali o abbandonate e non irrigate potrebbero alleviare impatti negativi sulla produzione alimentare e sui prezzi, sull'uso dell'acqua, e sulla biodiversità.

L'utilizzo dell'acqua ad uso domestico, che approssimativamente copre il 10% del consumo globale, ci si aspetta che aumenti in maniera significativa nel periodo 2010-2050 in tutte le regioni del mondo, con l'eccezione dell'Europa occidentale dove dovrebbe restare costante. In termini relativi, la crescita maggiore in richiesta di acqua ad uso domestico dovrebbe venire da regioni in Africa e Asia dove potrebbe anche diventare il triplo, mentre ci si aspetta raddoppi in America latina e centrale (Burek et al., 2016). Questa crescita viene principalmente attribuita all'aspettativa di crescita degli insediamenti urbani.

Riassumendo, la richiesta di acqua continuerà a crescere significativamente nei prossimi venti anni. La richiesta per la produzione industriale ed uso domestico crescerà molto più rapidamente rispetto alla richiesta per l'agricoltura, nonostante questa rimarrà il consumo primario globale. Rosegrant et al. (2002) hanno previsto che “per la prima volta nella storia” la crescita in valore assoluto della richiesta di acqua per usi non relativi all'agricoltura sarà maggiore di quella relativa all'agricoltura, risultando in una decrescita della parte di acqua con-

<sup>1</sup> Per “sicurezza dell'acqua” (water security) si intende “la capacità della popolazione di assicurarsi un sostenibile accesso ad adeguate quantità di acqua di qualità accettabile per i mezzi di sussistenza, il benessere umano e per lo sviluppo socio-economico, per garantire la protezione contro l'inquinamento causato dall'acqua e disastri legati all'acqua e per preservare gli ecosistemi in un clima di pace e stabilità politica” (UN-Water, 2013).

**Figura 1** Scarsità di acqua nel 2010 (parte alta della figura) e le proiezioni del cambio in scarsità (vedi note\*) nel 2050 (parte bassa della figura) basandosi sullo scenario del “middle-of-the-road” (vedi note\*\*)



\* Le zone vengono considerate carenti di acqua quando il consumo totale annuo per gli esseri umani è tra il 20-40% del totale delle risorse idriche rinnovabili, vengono invece considerate con “grave carenza di acqua” quando superano il 40%.

\*\* Gli scenari utilizzati per questa proiezione sono basati sul “percorso socio-economico della condivisione intensiva dell’acqua”. Lo scenario del “middle-of-the-road” si basa sul principio che lo sviluppo mondiale stia seguendo gli andamenti e i paradigmi del passato. Gli andamenti sociali, economici e tecnologici non si discostano in maniera significativa dal passato (i.e. business-as-usual).

Fonte: Burek et al. (2016, fig. 4-39, p.65).

sumata dall’agricoltura nei paesi in via di sviluppo dall’86% nel 1995 al 76% nel 2025. Queste proiezioni evidenziano l’importanza di affrontare il problema delle sfide idriche in agricoltura in cui la richiesta di acqua, e la competizione per averla, sono destinati ad aumentare. Le opzioni di sviluppo agricolo adottate saranno il fattore maggiormente critico per determinare la “sicurezza dell’acqua” (water security) in agricoltura e in altri settori.

## Disponibilità dell’acqua

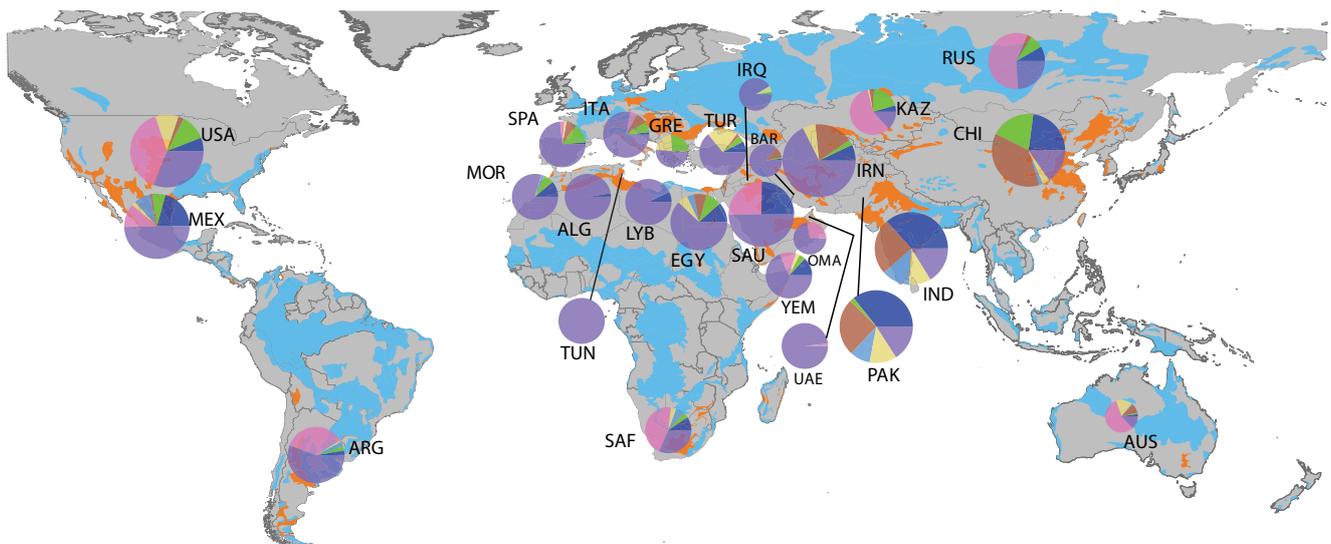
La disponibilità di acqua di superficie dei continenti dovrebbe restare costante, a differenza della crescita demografica, del prodotto interno lordo (GDP) o della richiesta di acqua globale. A livello regionale i cambiamenti saranno minimi, compresi in un range da -5% a +5%, dovuti agli effetti dei

cambiamenti climatici, ma essi saranno molto più pronunciati a livello del paese nel suo insieme (Burek et al., 2016). Molti paesi stanno già affrontando condizioni di scarsità di acqua e dovranno far fronte ad una minore disponibilità di risorse idriche superficiali negli anni 2050 (Figura 1).

Attualmente, quasi tutti i paesi in una cintura da circa 10 a 40 gradi nord, dal Messico alla Cina e al sud Europa sono colpiti dalla scarsità d’acqua, insieme all’Australia, Sud America occidentale e Africa meridionale nell’emisfero sud (Veldkamp et al., 2017).

All’inizio-metà della decade del 2010, circa 1,9 miliardi di persone (27% della popolazione mondiale) è vissuta in aree con grave scarsità di acqua e nel 2050 ci si aspetta che aumentino fino a 2,7-3,2 miliardi. Tuttavia, se si prende in considerazione la variabilità mensile, 3,6 miliardi di persone in tutto il mondo (quasi la metà la popolazione globale) stanno già vivendo in un’area di scarsità di acqua almeno un mese all’anno e ciò potrebbe aumentare fino a circa 4,8-5,7 miliardi nel 2050.

**Figura 2** Contributo delle diverse coltivazioni nel consumo di acqua mondiale nel 2010



**Indice di riferimento per la sofferenza delle acque al suolo**



**Impoverimento delle acque al suolo per l'irrigazione**

>30 km/anno  
10-30 km/anno  
2-10 km/anno  
1-2 km/anno  
<1 km/anno



Grano  
Mais  
Riso  
Zucchero di canna  
Cotone  
Foraggio  
Altro

Nota: i grafici a torta mostrano parti di impoverimento di acque al suolo per irrigazione (GWD) per le principali colture per paese e le loro dimensioni indicano il volume totale di GWD. La mappa sullo sfondo mostra l'indice di riferimento per la sofferenza di acque al suolo (corrispondente al sovra-sfruttamento quando l'indice è maggiore di 1) per le principali falde acquifere. Alcuni paesi hanno comunque un sovra-sfruttamento di falde acquifere, ma non risultano nel grafico perché il loro consumo di acque al suolo non è dedicato principalmente all'irrigazione. Le aree grigie rappresentano le zone con minore o nullo consumo di acque al suolo di irrigazione per colture.

Fonte: Dalin et al. (2017, fig. 1, pagg 700-704). Stampato con l'autorizzazione dell'editore: Macmillan Publishers Ltd.

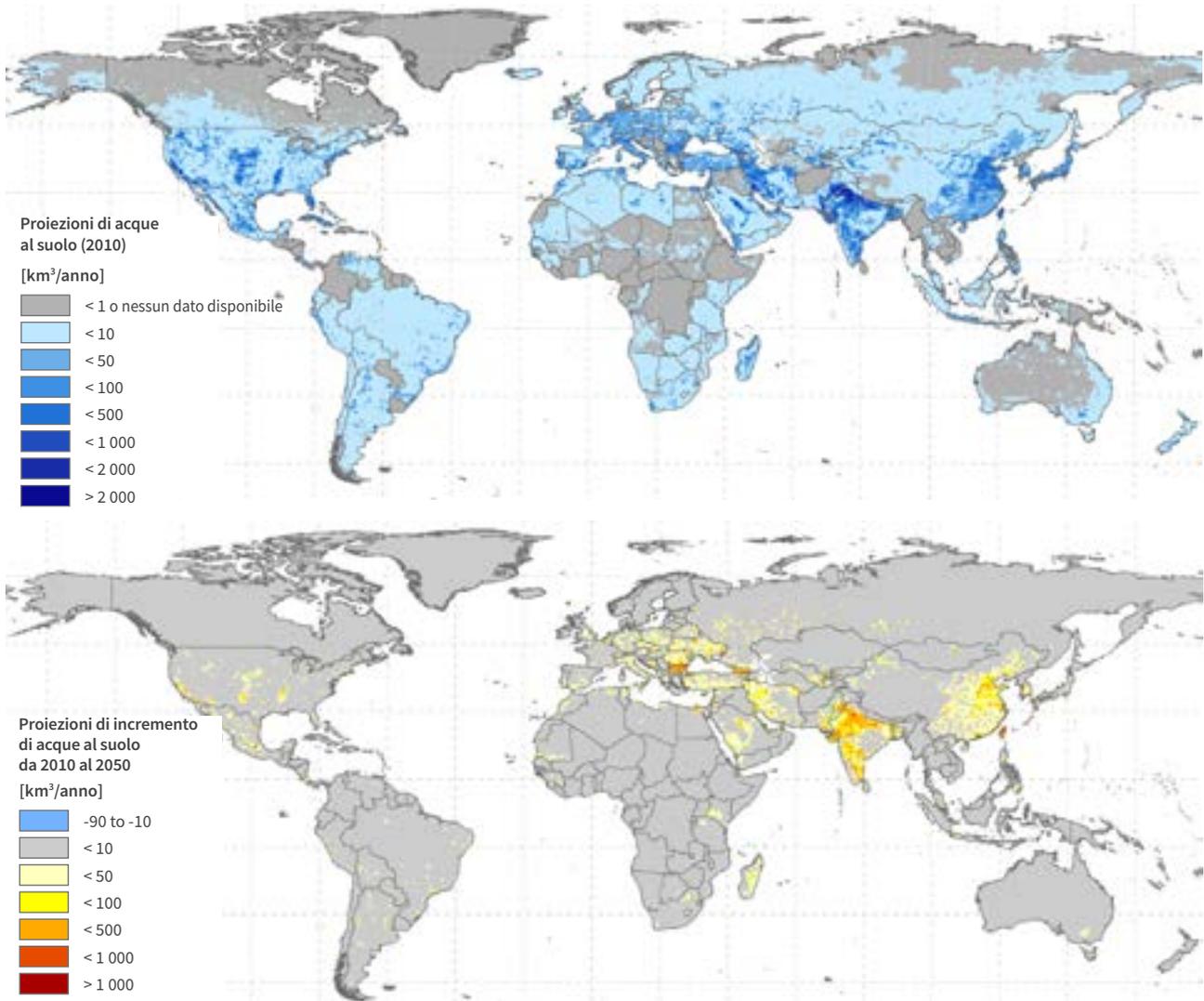
Circa il 73% delle persone colpite vive in Asia (69% entro il 2050). Tenendo in considerazione la capacità di adattamento, 3,6-4,6 miliardi di persone (43-47%) saranno sotto stress idrico nel 2050 di cui il 91-96% in Asia del sud e in Australia Orientale e 4-9% in Africa, principalmente nel nord (Burek et al., 2016).

L'utilizzo delle acque sotterranee a livello globale, principalmente per l'agricoltura, ammontava a 800 km<sup>3</sup> all'anno nel 2010, con l'India, Stati Uniti d'America (USA), Cina, Iran e Pakistan (in ordine decrescente) che rappresentavano il 67% delle estrazioni totali in tutto il mondo (Burek et al., 2016). I prelievi di acqua sotterranea per l'irrigazione sono stati identificati come la causa principale dell'impoverimento delle acque sotterranee in tutto il mondo (Figura 2). Un grande aumento delle estrazioni di acque sotterranee, pari a 1.100 km<sup>3</sup> all'anno, è previsto entro il 2050, corrispondente ad un aumento del 39% rispetto ai livelli attuali (figura 3). L'importanza delle attuali sfide per la disponibilità

dell'acqua può essere pienamente compreso confrontando il prelievo dell'acqua con il suo livello massimo sostenibile. Siamo a circa 4.600 km<sup>3</sup> prelevati per anno, i prelievi globali attuali sono già vicini al massimo dei livelli sostenibili (Gleick e Palaniappan, 2010; Hoekstra e Mekonnen, 2012) e, come segnalato nel precedente rapporto "World Water Development", i numeri globali mascherano sfide ben più severe a livello regionale e locale.

Un terzo dei maggiori sistemi idrici di superficie sono già in crisi (Richey et al., 2015). Le succitate tendenze di prelievo delle acque sotterranee includono anche i prelievi di acque non rinnovabili (fossili) – indubbiamente un sentiero non sostenibile. C'è una grande competizione tra i terreni agricoli marginali, degradati e abbandonati per la produzione alimentare o l'espansione urbana e il ripristino di ecosistemi naturali, negando il fatto che queste terre offrirebbero un'alternativa sostenibile per la produzione di bioenergia da irrigazione (SCBD, 2014). Inoltre, il miglioramento dell'efficienza dell'uso dell'acqua per l'irrigazione potrebbe in realtà portare ad un'intensificazione generale dell'esaurimento dell'acqua nei bacini idrici attraverso l'aumento dell'evaporazione totale dalle colture e la

**Figura 3** Proiezioni di acque al suolo nel 2010 (mappa in alto) e incremento delle stesse nel 2050 sopra i livelli del 2010 (mappa in basso) basate sullo scenario “middle-of-the-road”\*



\* Gli scenari utilizzati per questa proiezione sono basati sul “percorso socio-economico della condivisione intensiva dell’acqua”. Lo scenario del “middle-of-the-road” si basa sul principio che lo sviluppo mondiale stia seguendo gli andamenti e i paradigmi del passato. Gli andamenti sociali, economici e tecnologici non si discostano in maniera significativa dal passato (i.e. business-as-usual).

SFonte: Burek et al. (2016, fig. 4-29, p.55)

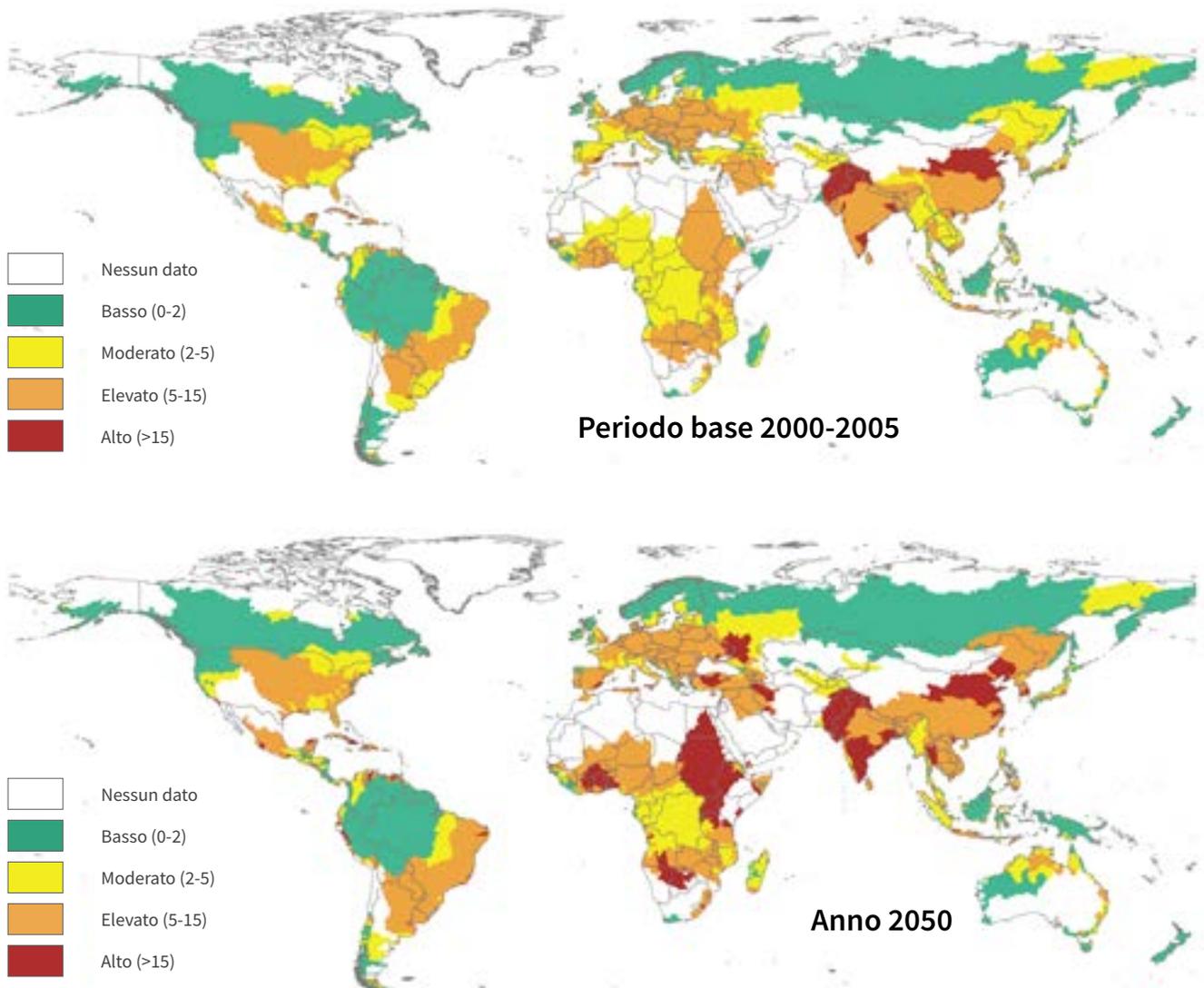
riduzione dei flussi di ritorno (Huffaker, 2008). I guadagni di efficienza idrica nell’irrigazione dovrebbero quindi essere accompagnati da misure normative sull’allocazione delle risorse idriche e/o delle aree di irrigazione (Ward e Pulido-Velazquez, 2008). Il rapporto “Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture (2007)” ha segnalato che le possibilità di espansione di consumo di acqua per l’irrigazione in tutto il mondo è limitata, con alcune eccezioni regionali, e che bisogna spostare l’attenzione dalle assegnazioni di acqua superficiale per incrementare l’agricoltura a “nutrimento di pioggia” (rain-fed agriculture). L’opzione di costruire più serbatoi è sempre più limitato dai rischi di inondazioni, dal deflusso disponibile, da preoccupazioni e restrizioni ambientali e dal fatto che i siti

più convenienti e redditizi nei paesi sviluppati già sono stati identificati e utilizzati. In alcune aree, forme più eco-sostenibili di immagazzinamento, come quelle naturali fornite dalle zone umide, dall’umidità del suolo e da una più efficiente ricarica delle falde acquifere potrebbero essere più sostenibili ed economicamente vantaggiose rispetto alle infrastrutture tradizionali come le dighe (OECD, 2016).

## Qualità dell’acqua

Le aree principali soggette a minacce per la qualità dell’acqua sono ampiamente correlate alla densità della

**Figura 4** Indici di rischio per la qualità dell'acqua per i maggiori bacini fluviali durante il periodo di base (2000-2005) confrontati con il 2050 (indice di azoto sotto il CSIRO\*-medium-scenario\*\*).



\*Organizzazione di ricerca scientifica e industriale del Commonwealth

\*\*Questo scenario considera un futuro più "asciutto" (come previsto dal modello di cambio climatico del CSIRO) e un medio livello di crescita socio-economica.

Fonte: Veolia/IFPRI 2015, fig.3, p. 9)

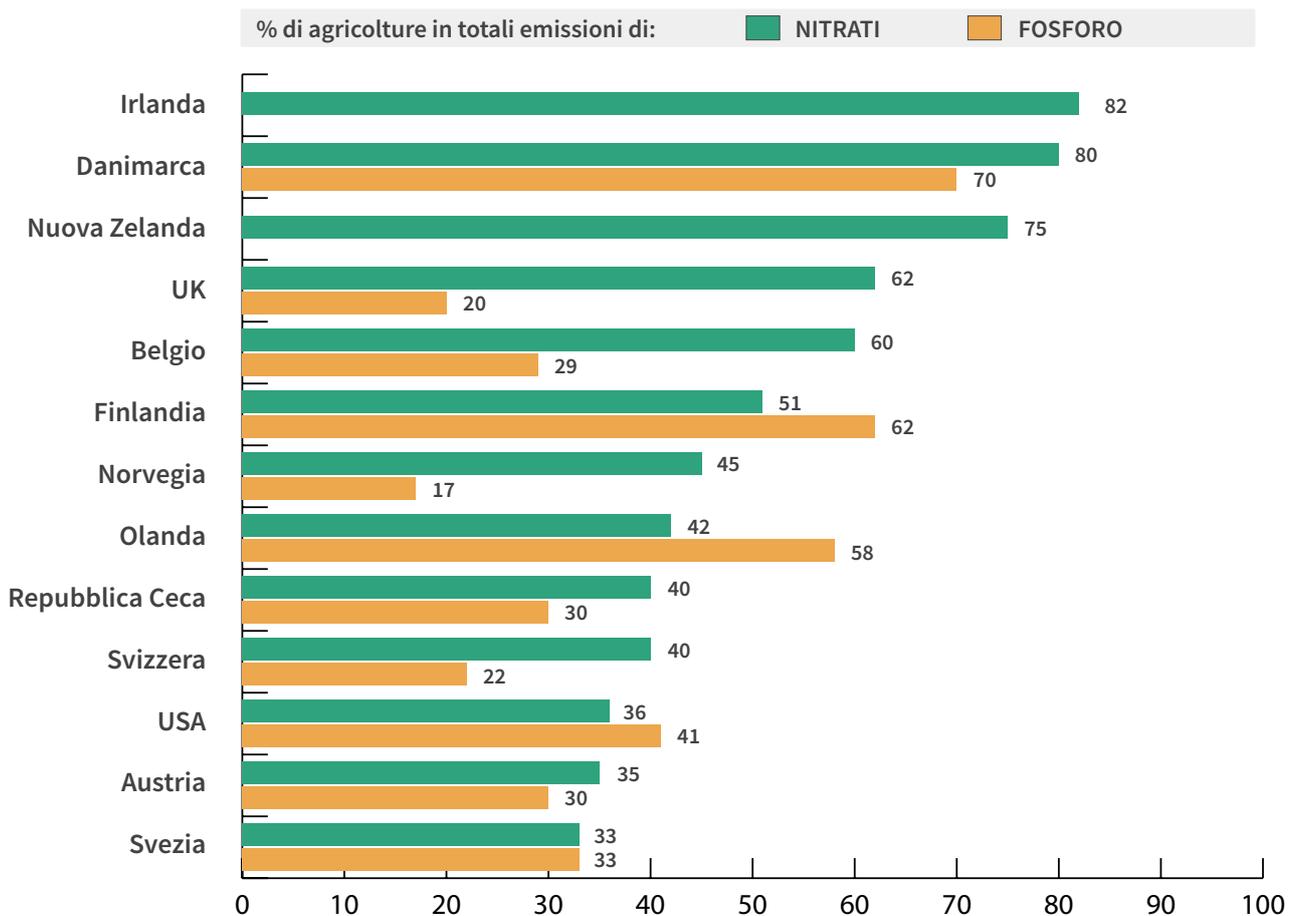
popolazione e allo sviluppo economico e gli scenari futuri saranno determinati dagli stessi fattori (Figura 4). Fin dagli anni '90, l'inquinamento delle acque è peggiorato in quasi tutti i fiumi di Africa, Asia e America Latina (UNEP, 2016<sup>3</sup>). Il peggioramento della qualità delle acque è destinato ad aumentare nei prossimi decenni e questo incrementerà i rischi alla salute umana, all'ambiente e allo sviluppo sostenibile (Veolia/IFPRI, 2015).

Si stima che l'80% di tutti gli scarichi industriali e cittadini vengano rilasciati nell'ambiente senza un trattamento preventivo, risultando in un crescente deterioramento della qualità dell'acqua e di un impatto dannoso sulla salute umana e sull'ecosistema (WWAP, 2017).

Globalmente, la sfida principale da affrontare per la qualità dell'acqua è il carico di nutrienti (nutrient loading) che, in base alle regioni coinvolte, è spesso associato al carico pa-

togeno (UNEP, 2016<sup>3</sup>). Il contributo dei nutrienti dai punti di concentrazione degli scarichi rispetto a quello con scarichi diffusi varia tra le regioni. Nonostante decenni di leggi e importanti investimenti per ridurre l'inquinamento da scarichi concentrati in singoli punti nei paesi maggiormente sviluppati, la sfida per la qualità dell'acqua continua come risultato di una scarsa regolamentazione degli scarichi diffusi. La gestione del drenaggio di eccesso di nutrienti in agricoltura inclusi nell'acqua di superficie è considerata la principale sfida globale relativa alla qualità dell'acqua (UNEP, 2016<sup>3</sup>; OECD, 2017). L'agricoltura resta la fonte principale di azoto disperso nell'ambiente ed una significativa fonte di fosforo (Figura 5). Lo sviluppo economico da solo non è una soluzione a questo problema. Almeno il 15% delle stazioni di controllo delle acque di superficie in Europa ha registrato che la media di nitrati stabilita dall'Organizzazione Mon-

**Figura 5** Percentuali di agricolture in totali emissioni di nitrati e fosforo nei paesi OECD, 2000-2009



Per i nitrati, i valore presentati corrispondono all'anno 2000 per Austria, Repubblica Ceca, Nuova Zelanda, Norvegia, Svizzera e USA; 2002 per la Danimarca; 2004 per la Finlandia e Irlanda; 2005 per il Belgio (Wallonia); 2008 per UK e 2009 per Olanda e Svezia.

Per il fosforo, i valori presentati corrispondono all'anno 2000 per Austria, Repubblica Ceca, Norvegia, Svizzera e USA; 2002 per la Danimarca; 2004 per la Finlandia; 2005 per il Belgio (Wallonia) e 2009 per Olanda, Svezia e UK.

Fonte: OECD (2013, fig. 9.1, p. 122)

diale per la Salute (WHO) è superata nell'acqua potabile e le stazioni hanno registrato che circa il 30% dei fiumi e il 40% dei laghi erano eutrofici o ipertrofici nel periodo 2008-2011 (EC, 2013<sup>a</sup>).

Centinaia di sostanze chimiche, insieme ai nutrienti, sono anche coinvolte nell'impatto negativo della qualità dell'acqua. L'intensificazione dell'agricoltura ha già incrementato l'uso dei prodotti chimici nel mondo fino a circa due milioni di tonnellate annue così ripartite: erbicidi 47,5%, insetticidi 29,5%, fungicidi 17,5% and altri per il restante 5,5% (De et al., 2014). Gli impatti di questa tendenza non sono quantificati ed esistono delle importanti mancanze nella disponibilità dei dati: per esempio, Bünemann et al. (2006) non ha trovato dati disponibili, per 325 su 380 dei pesticidi utilizzati in Australia, per gli effetti sul biota del terreno tra gli organismi esposti e non destinatari del trattamento. Un recente rapporto sul

diritto al cibo da parte di "Special Rapporteur" (UNGA, 2017) sottolinea l'urgenza di dotarsi di politiche per l'uso dei pesticidi. Contaminanti di nuova concezione sono continuamente disponibili e maggiormente usati e spesso vengono rilevate concentrazioni più alte di quelle attese (Sauvé and Desrosiers, 2014). Gli esempi includono farmaci, ormoni, agenti chimici industriali, prodotti per la cura della persona, ritardanti di fiamma, detersivi, concentrati di perfluorurati, caffeina, essenze, cianotossine, nano-materiali e agenti anti-microbi e tutti i prodotti loro derivati. Gli impatti sulle persone e sulla biodiversità saranno diffusi principalmente tramite l'acqua e sono sconosciuti (WWAP, 2017).

I cambi climatici coinvolgono la qualità dell'acqua in diversi modi. Per esempio, i cambi di spazio e tempo degli schemi e la variabilità delle precipitazioni hanno effetti sulla superficie terrestre con effetti sul fluire dell'acqua e della

In tutto il mondo, la sfida maggiore sulla qualità dell'acqua è il carico di sostanze nutritive

sua diluizione, mentre l'incremento delle temperature causa una maggiore evaporazione da superfici aperte e da terreni e l'incremento della traspirazione delle piante potenzialmente riduce la disponibilità dell'acqua stessa (Hipsey and Arheimer, 2013). L'ossigeno disciolto impoverirà prima a causa delle temperature più alte e ci si può aspettare che il contenuto maggiore di inquinanti passerà nell'acqua seguendo gli episodi di piogge estreme (IPCC, 2014).

Ci si aspetta che la maggioranza delle esposizioni agli inquinanti avverranno in paesi a basso e medio-basso reddito, principalmente per l'incremento della popolazione e dello sviluppo di questi paesi, specialmente in Africa (UNEP, 2016a) e poi per l'assenza di sistemi di gestione degli scarichi delle acque (WWAP, 2017). Considerata la natura di molti bacini fluviali transnazionali, la collaborazione tra regioni diverse sarà una criticità da affrontare per sviluppare progetti legati al miglioramento della qualità dell'acqua.

## Eventi estremi

Le tendenze relative alla disponibilità dell'acqua sono legate a progetti che considerano i cambi dei rischi in allagamenti o siccità. Una particolare considerazione è che l'incremento del rischio di allagamenti si sta manifestando in zone tradizionalmente con scarsità di acqua (per esempio, in Cile, Cina e India, così come in Medio Oriente e Nord Africa) dove le strategie per far fronte a questi eventi sono ancora poco sviluppate. Le perdite economiche dovute a questi eventi sono incrementate molto negli ultimi decenni. Dal 1992, allagamenti, siccità e violenti temporali hanno coinvolto 4,2 miliardi di persone (95% di tutte le persone coinvolte in qualche disastro), causando danni per 1,3 trilioni di dollaro – il 63% di tutte le perdite economiche derivate da disastri in tutto il mondo (UNESCAP/UNISDR, 2012).

In base a quanto dichiarato dall'OECD, "il numero di persone a rischio dagli allagamenti è in aumento da 1,2 miliardi di oggi fino a circa 1,6 miliardi nel 2050 (circa il 20% della popolazione mondiale) e il valore economico dei beni a rischio è stimato in 45 trilioni di dollari nel 2050, una crescita di circa il 340% dal 2010" (OECD, 2012, p. 209). Gli allagamenti sono considerati il 47% di tutti gli eventi catastrofici relativi all'acqua sin dal 1995, coinvolgendo un totale di 2,3 miliardi di persone. Il numero di allagamenti ha raggiunto la media di 171 per anno nel periodo 2005-2014, rispetto ad una media di 127 nel precedente decennio (CRED/UNISDR, 2015). Esempi di costi dei danni da allagamenti sono il 39%

e l'11% del prodotto interno lordo (GDP) rispettivamente della Repubblica della Corea e dello Yemen (CRED/UNISDR, 2015).

La popolazione attualmente vivente in terre desertificate e aride è stimata in 1,8 miliardi di persone rendendo questa la categoria più significativa per disastri naturali basati sulla mortalità e impatto socio-economico considerato sul GDP pro capite (Low, 2013). La siccità è anche un problema cronico e di lungo periodo confrontato agli impatti di breve termine degli allagamenti e la siccità è indiscutibilmente la più grave minaccia dei cambiamenti climatici. I futuri cambiamenti delle precipitazioni piovose altereranno le terre aride e, di conseguenza, la disponibilità di terreni umidi per la vegetazione in molte parti del mondo (figura 6). La previsione della maggiore durata e la gravità della siccità può essere alleviata da un incremento dell'accumulo di acqua che richiede una crescita degli investimenti in infrastrutture che possono avere scambi significativi per la società e l'ambiente. Quindi, l'accumulo di acqua nell'ambiente ("green infrastructure" o infrastrutture naturali), deve diventare parte integrante di soluzioni locali specifiche. L'impatto della siccità potrebbe infatti essere mitigato dall'aumento dei prelievi d'acqua in risposta ad una maggiore richiesta.

## Tendenze nei cambiamenti degli ecosistemi che influenzano le risorse d'acqua

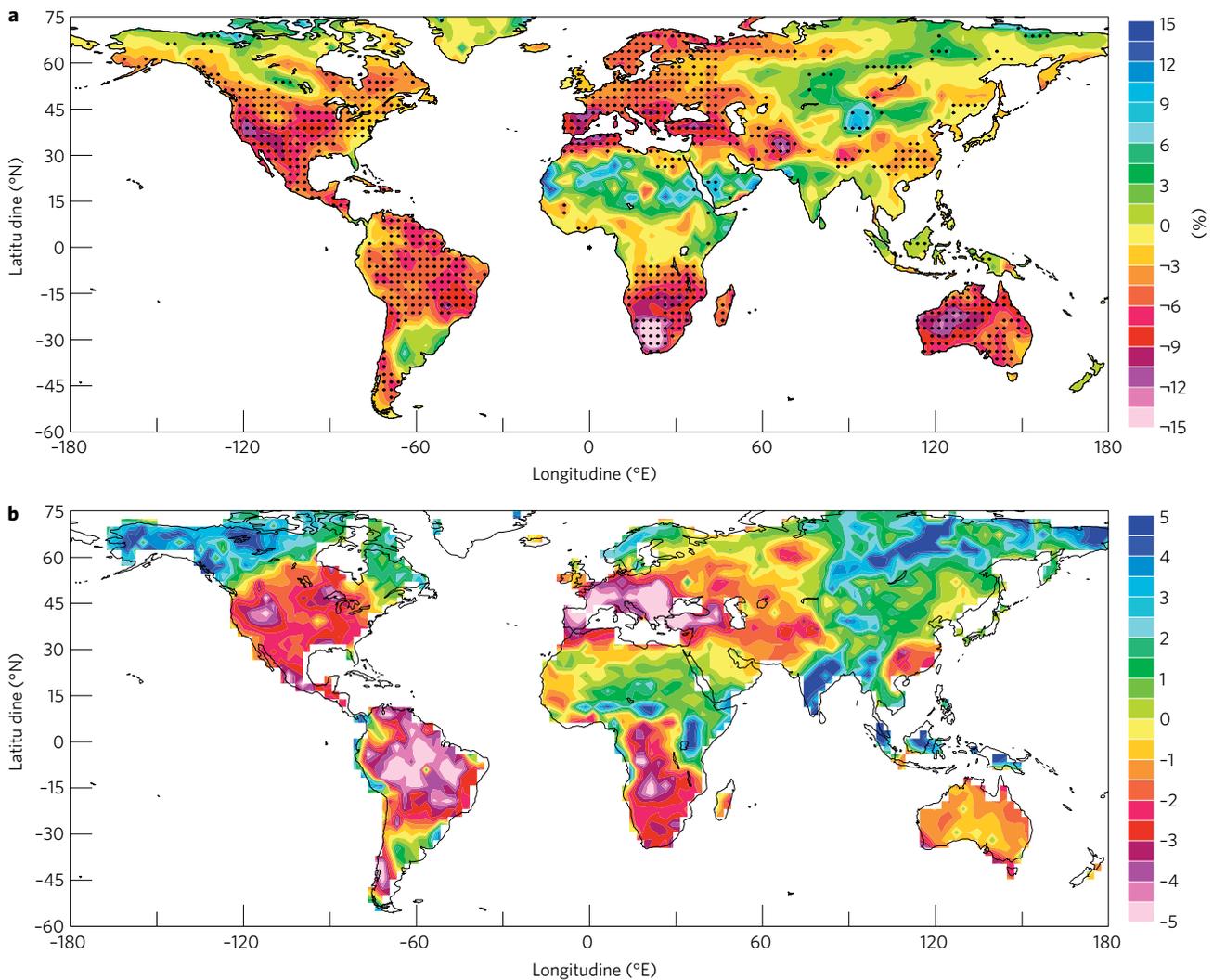
Tutti i principali ecosistemi terrestri e molti costieri influenzano la disponibilità, la qualità e i rischi delle acque (vedi il Capitolo 1). Le proiezioni e le tendenze delle condizioni di questi ecosistemi sono quindi particolarmente rilevanti per questo rapporto, perché indicano il grado in cui la conservazione o il ripristino di quell'ecosistema può contribuire al raggiungimento dell'obiettivo di gestione delle risorse idriche.

Circa il 30% del suolo è coperto da foreste, ma almeno il 65% di quest'area è in una situazione degradata (FAO, 2010). Comunque, il valore netto della perdita delle foreste a causa del taglio è del 50% negli ultimi 25 anni e in alcune regioni la rifeorestazione non è considerata (FAO, 2016). Le praterie sono i biomi più estesi nel mondo e quando vengono considerate insieme a coltivazioni e aree boschive ma con prevalenza di prato, la loro area è più grande di quella delle foreste. Le praterie di solito esistono nelle zone o troppo secche o troppo fredde per altri tipi di vegetazioni, tipo le foreste, ma grandi aree di foreste o di zone umide sono state convertite in praterie per allevamento o agricoltura. Allo stesso modo, vaste aree di praterie naturali, sono state "migliorate" (i.e. modificate per l'allevamento di bestiame). Le tendenze in dimensioni delle aree e le loro condizioni sono difficili da quantificare.

Le zone umide (fiumi e laghi inclusi) coprono soltanto il 2,6% del suolo, ma hanno un ruolo sproporzionatamente grande nell'idrologia delle aree. La migliore stima riportata sulla perdita di zone umide a causa di attività umane è in media tra 54% e 57%, ma la perdita è di circa l'87% dal 1700 ad oggi con un valore di accelerazione di 3,7 volte di terre umide perdute a partire dal 1900 (Davidson, 2014).

Le perdite sono state maggiori nei territori interni piuttosto che sulle coste. Anche se il valore di terre umide perdute in Europa sta rallentando e in Nord America è rimasto basso fin dal 1980, questo valore resta alto in Asia dove la conversione

**Figura 6** Cambiamenti futuri previsti relativi all'umidità contenuta nei 10 cm superiori di terreno in percentuali\* dal 1980-1999 (parte superiore della figura) al 2080-2099 (parte inferiore della figura)



\*Basato sul multi-modello dell'insieme delle previsioni simulate dagli undici modelli "Coupled Model Intercomparison Project Phase 5" (CMIP5).  
Fonte: Dai (2013, fig.2, p.53) – ristampa con l'autorizzazione dell'editore Macmillan Publishers Ltd.

su larga scala di territori interni e costieri sta continuando. Alcune di queste perdite sono compensate dall'espansione di zone umide artificiali o gestite, principalmente riserve oppure risaie. La maggioranza delle analisi conclude che l'aumento o la diminuzione delle zone umide influenzano il ciclo dell'acqua (Bullock e Acreman, 2003). L'entità della loro perdita, quindi, ha significative implicazioni per l'idrologia. Comunque, le diverse zone umide hanno caratteristiche idrologiche differenti e diventa difficile quantificare l'impatto di questo cambio globale sulle risorse idriche.

L'utilizzo della terra indotto dall'uomo e il cambio di utilizzo del territorio (LULUC) hanno un impatto notevole sull'idrologia da livello locale a quello regionale fino ad una scala globale (see Chapter 1, Section 1.3.3). Vi sono prove convincenti che le tendenze in LULUC hanno impattato i bilanci idrici sui bacini, ad esempio nel bacino del fiume Mississippi (Schilling and Libra, 2003; Zhang e Schilling, 2006) o nel mezzo del Bacino del fiume Giallo (Sun et al., 2006; Zhang et al., 2015). Oltre ad influenzare

le dinamiche del bilancio idrico all'interno di un bacino, LULUC può anche influenzare precipitazioni e modelli di deflusso negli altri bacini, a causa del ruolo della vegetazione come "riciclatore di acqua" e gli effetti della circolazione atmosferica.

Attività umane che portano a cambiamenti idrologici nelle praterie sono ora diffuse (Gibson, 2009). Pascoli intensivi, degrado del suolo e compattazione della superficie stanno portando a tassi di evaporazione più elevati, terreno più basso, immagazzinamento dell'acqua e aumento del deflusso superficiale, tutto ciò è considerato dannoso per il rifornimento idrico delle praterie, inclusa la qualità dell'acqua (McIntyre e Marshall, 2010), e l'attenuazione dei rischi di inondazioni e siccità (Jackson et al., 2008). Impatti significativi sono sempre più evidenti quando la gestione del pascolo è associato alla combustione regolare, che tende ad incrementare il consumo dell'acqua per la ricrescita della vegetazione e quindi riduce il rendimento idrico (Sakalauskas et al., 2001). La compattazione del suolo e la relativa riduzione della capacità di infiltrazione causati

dal pascolo sono sempre più documentati nella letteratura (Bilotta et al., 2010). Circa il 7,5% delle praterie nel mondo è stato danneggiato a causa del solo pascolo intensivo (Conant, 2012).

La più ampia conoscenza riguardo all'attuale stato e le proiezioni sui cambiamenti e impatti degli ecosistemi delle risorse idriche esiste relativamente al suolo o all'impoverimento della terra. Lo strato suolo-vegetazione è il livello più critico tra acqua, ecosistemi e bisogni umani (vedi Capitolo 1, Sezione 1.3.2). La valutazione del 2015 nel rapporto "Status of the World's Soil Resources", intrapreso dal "Intergovernmental Technical Panel on Soils" (FAO / ITPS, 2015a), ha concluso che le risorse di suolo della maggior parte del mondo sono in condizioni normali, povere o molto povere e l'attuale prospettiva è che questa situazione peggiori.

La tabella 1 presenta un riepilogo globale della condizione e tendenza per le prime dieci minacce ai suoli. Le minacce più significative al suolo su scala globale sono l'erosione, la perdita di carbonio organico, lo squilibrio dei nutrienti e perdita di biodiversità, e tutti questi fattori sono fortemente interdipendenti (come le altre funzioni interessate da molte altre minacce) e incidono sulle risorse idriche.

Il degrado del terreno è legato all'ecosistema alterato e alla bassa produttività idrica (Bossio et al., 2008), anche in sistemi irrigui (Uphoff et al., 2011). L'erosione del suolo dai terreni coltivati porta via 25-40 miliardi di tonnellate di terreno vegetale ogni anno, riducendo significativamente i raccolti e la capacità del suolo di regolare l'acqua, il carbonio e i nutrienti, e il trasporto di 23-42 milioni di tonnellate di azoto e 15-26 milioni di tonnellate di fosforo fuori dalla terra, con grandi effetti negativi sulla qualità dell'acqua (FAO / ITPS, 2015a). La perdita globale di carbonio organico del suolo dal 1850 è stimato in circa  $66 \pm 12$  miliardi di tonnellate; un significativo contributo all'aumentata concentrazione di gas a effetto serra nell'atmosfera, ma anche un fattore importante che mina la disponibilità di acqua per le colture (FAO / ITPS, 2015b). La salinità e la sodicità del suolo stanno diventando un problema significativo nel mondo sia nelle aree irrigate che non irrigate, con una stima di 0,3-1,5 milioni di ettari di terreni agricoli fuori produzione ogni anno e con una diminuzione della produzione potenziale di altri 20-46 milioni di ettari (FAO / ITPS, 2015a).

Si stima che 60 milioni di ettari di terra irrigata (o il 20% del terreno totale) è influenzato dalla salinità del suolo (Squires e Glenn, 2011).

Esistono numerose prove del fatto che il cambiamento dell'ecosistema ha aumentato i rischi e la vulnerabilità e in molti casi è il fattore primario che definisce i livelli di rischio (Renaud et al., 2013). Il cambiamento dell'uso del suolo, il degrado del suolo, l'erosione e la perdita delle zone umide sono tutti fattori implicati nell'aumentato rischio di catastrofi (Wisner et al., 2012).

Vi è una spirale viziosa tra impatti dei cambiamenti climatici, degrado degli ecosistemi e aumento del rischio di disastri legati al clima (Munang et al., 2013). Invertire la tendenza del degrado degli ecosistemi è una risposta politica fondamentale per la sicurezza alimentare a prova di clima (FAO, 2013a). È ben noto che le zone umide costiere intatte, comprese le mangrovie, possono proteggere le comunità costiere da eventi meteorologici estremi (e



Circa il 30% del suolo terrestre è coperto di foreste, ma almeno il 65% di quest'area è già in stato di degrado

dall'innalzamento del livello del mare) e la loro perdita aumenta il rischio e la vulnerabilità.

Sebbene l'aumento dei carichi di sedimenti sia un problema per la qualità dell'acqua in tutto il mondo, i livelli naturali di trasporto dei sedimenti a valle possono interrompersi quando i sedimenti rimangono intrappolati dietro le dighe, minando i flussi di sedimenti necessari per sostenere l'integrità delle zone umide costiere. Nel delta del Mississippi, ad esempio, la perdita di zone umide e dei relativi servizi di protezione dalle tempeste e dalle inondazioni a causa della riduzione degli apporti di sedimenti dalla costruzione di dighe e dalle operazioni a monte, è stato un fattore primario che ha contribuito alla gravità dell'impatto dell'uragano Katrina nel 2005 (Batker et al., 2010). Molti importanti insediamenti urbani e la maggior parte delle megalopoli si trovano su delta di fiumi con livelli di rischio simili, se non superiori, per simili approcci di (cattiva) gestione di terra e acqua. La domanda non è se la maggior parte di questi subiranno le stesse conseguenze - ma quando.

**Tabella 1** Condizioni globali e andamento per le minacce del suolo (Antartica esclusa)

Minacce alla funzionalità del suolo	Condizioni e andamento				
	Molto povero	Povero	Accettabile	Buono	Molto buono
Erosione del suolo	↘ <b>NENA</b>	↙ <b>A</b> ↙ <b>LAC</b> ↙ <b>SSA</b>	↗ <b>E</b> ↗ <b>NA</b> ↗ <b>SP</b>		
Modifiche di carbonio organico		↘ <b>A</b> ↘ <b>E</b> ↙ <b>LAC</b> ↙ <b>NENA</b> ↙ <b>SSA</b>	↗ <b>NA</b> ↘ <b>SP</b>		
Squilibrio di nutrienti		↙ <b>A</b> ↘ <b>E</b> ↙ <b>LAC</b> ↙ <b>SSA</b> ↙ <b>NA</b>	↙ <b>SP</b>	↘ <b>NENA</b>	
Salinizzazione e sodificazione		↘ <b>A</b> ↙ <b>E</b> ↙ <b>LAC</b>	↙ <b>NENA</b> ↘ <b>SSA</b>	↗ <b>NA</b> ↘ <b>SP</b>	
Tenuta del terreno e consumo di terra	↘ <b>NENA</b>	↙ <b>A</b> ↙ <b>E</b>	↘ <b>LAC</b> ↙ <b>NA</b>	= <b>SSA</b> ↙ <b>SP</b>	
Perdita di biodiversità del suolo		↙ <b>NENA</b> ↙ <b>LAC</b>	↘ <b>A</b> ↙ <b>E</b> ↙ <b>SSA</b>	↘ <b>NA</b> ↘ <b>SP</b>	
Contaminazione	↘ <b>NENA</b>	↙ <b>A</b> ↙ <b>E</b>	↘ <b>LAC</b>	↙ <b>SSA</b> ↗ <b>NA</b> ↗ <b>SP</b>	
Acidificazione		↙ <b>A</b> ↘ <b>E</b> ↗ <b>SSA</b> ↙ <b>NA</b>	↘ <b>LAC</b> ↙ <b>SP</b>	↘ <b>NENA</b>	
Compattazione		↙ <b>A</b> ↙ <b>LAC</b> ↙ <b>NENA</b>	↘ <b>E</b> ↘ <b>NA</b> ↘ <b>SP</b>	= <b>SSA</b>	
Allagamenti			↙ <b>A</b> ↘ <b>E</b> = <b>LAC</b>	↘ <b>NENA</b> = <b>SSA</b> ↘ <b>NA</b> ↘ <b>SP</b>	

Stabile =      Variabile ↕      Miglioramento ↗      Deterioramento ↘

Note: **NA**: Nord America; **E**: Europa; **NENA**: Europa dell'Est e Nord Africa; **LAC**: America Latina e Caraibi; **SSA**: Africa Sub-Sahariana; **SP**: Sud-Est Pacifico; e **A**: Asia.

Fonte: FAO/ITPS (2015b, tabella 8, p.67).

1

# SOLUZIONI BASATE SULLA NATURA (NBS) E ACQUA



**Con il contributo di:** Giuseppe Arduino  
(UNESCO-IHP) and Kai Schwaerzel (UNU-FLORES)<sup>2</sup>

Riforestazione delle mangrovie



## 1.1 Introduzione

Le NBS sono ispirate alla natura ed in quanto tali utilizzano o simulano processi naturali per migliorare la gestione delle risorse idriche. L'aspetto che caratterizza le NBS è quindi non necessariamente l'utilizzo di un ecosistema naturale, quanto invece i processi naturali siano propriamente gestiti ed indirizzati per raggiungere l'obiettivo di una sana gestione dell'acqua. L'NBS utilizza i servizi dell'ecosistema per contribuire o raggiungere i risultati nella gestione delle acque.

Una NBS può essere rivolta alla conservazione o al ripristino dell'ecosistema o alla creazione o alla migioria di processi naturali in sistemi artificiali o modificati le NBS possono essere applicate su scala micro (ad esempio una toilette secca) o macro- (ad esempio paesaggio). In questo rapporto, gli approcci basati sulla natura sono articolati come "Soluzioni" per segnalare il loro contributo attuale e potenziale per risolvere o superare le principali sfide o problemi nella gestione delle acque - un obiettivo chiave di una serie di relazioni sullo sviluppo idrico mondiale. Tuttavia, possono anche avere utilità laddove non vi siano problemi idrici locali critici, ad esempio offrendo migliori benefici nella gestione dell'acqua o semplicemente come scelta estetica, anche dove i guadagni in produttività sono marginali.

Il riconoscimento del ruolo degli ecosistemi e del concetto e dell'applicazione di NBS nella gestione delle acque non sono certamente nuovi. Il ruolo degli ecosistemi è stato radicato nelle moderne scienze idrologiche per decenni. La terminologia NBS è emersa probabilmente intorno al 2002 (Cohen-Shacham et al., 2016), ma l'applicazione di processi naturali per gestire l'acqua probabilmente si estende da millenni. Nelle edizioni precedenti del World Water Development in una serie di report sono state solo brevemente toccate le NBS (di solito usando terminologia alternativa). Tuttavia, c'è stata una crescente attenzione alla NBS in entrambi i forum politici e letteratura tecnica, in parte in risposta al loro sottostimato potenziale.

L'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, con i suoi Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG), ha inserito questo tramite l'adozione dell'obiettivo 6.6 ("Entro il 2020, proteggere e ripristinare gli ecosistemi legati all'acqua, comprese le montagne, foreste,

<sup>1</sup> Le opinioni espresse in questo capitolo sono quelle dell'autore / i. La loro inclusione non implica l'approvazione da parte dell'Università delle Nazioni Unite.

zone umide, fiumi, falde acquifere e laghi”) per sostenere il raggiungimento dell’SDG 6 (“Garantire disponibilità e sostenibilità gestione di acqua e servizi igienico-sanitari per tutti”), anche con riferimento ad i suoi altri obiettivi in materia di acqua potabile, servizi igienico-sanitari, qualità dell’acqua, efficienza dell’uso dell’acqua e gestione integrata delle risorse idriche (IWRM). In risposta, l’edizione 2018 del World Water Development Report è dedicata alle NBS e presta particolare attenzione al loro ruolo per il raggiungimento di tali obiettivi. Ci sono lezioni importanti dalla storia antica che aiutano a inquadrare il contesto di questo rapporto. La precarietà in natura tra ecosistemi, idrologia e il benessere umano è evidenziato, ad esempio, da i crolli delle prime “grandi civiltà fluviali” del Tigri-Eufrate, il Nilo, l’Indo-Gange e il Fiume Giallo (Ito, 1997) avviati da cambiamento idrologico e riduzioni delle precipitazioni fino al 30% in un tratto del globo che si estende dall’Europa al fiume Indo (Cullen et al., 2000; Weiss and Bradley, 2001). In qualche caso la desertificazione avviata da cambiamenti idro-meteorologico potrebbe essere stata accelerata da cambiamenti nell’uso del suolo, compreso il sovrasfruttamento del bestiame, e da popolazioni migratorie alla ricerca di condizioni agricole più favorevoli (Weiss et al., 1993). Una storia simile può essere fatta risalire ai Maya Civiltà (250-950 d.C.) dell’America centrale (Peterson e Haug, 2005). Certamente, negli ultimi due o tre millenni, dove l’umanità ha alterato i paesaggi, principalmente per l’agricoltura, il degrado della base delle risorse naturali ha portato inevitabilmente a una perdita della capacità produttiva della terra, che spesso porta alla desertificazione e abbandono della stessa (Montgomery, 2007). Possono essere considerati alcuni paralleli ad oggi. Un numero crescente di prove (come discusso nel Prologo) suggerisce che, man mano che l’avvento del genere umano ha cominciato a tracciare il suo corso attraverso l’Antropocene, i cambiamenti fondamentali nello stato e funzionamento dei sistemi terrestri hanno iniziato a superare la gamma di variabilità sperimentata nell’Olocene (Steffen et al., 2015).

## 1.2 Concetti, strumenti compatibili, approcci e terminologia

Ci sono una serie di altri concetti, strumenti, approcci o terminologia utilizzata tra i vari gruppi di parti interessate o forum, uguali, simili o compatibili con le NBS. Tutti questi mirano a bilanciare un approccio più tecnocratico, un approccio infrastrutturale che tende a governare la gestione delle risorse idriche riconoscendo il contributo che gli ecosistemi possono fare. L’ecoidrologia è una scienza integrata che si concentra sull’interazione tra idrologia e biota (riquadro 1.1). L’approccio ecosistemico è un quadro concettuale per la risoluzione delle questioni relative all’ecosistema, adottato dalla Convenzione sulla diversità biologica (CBD, 1992) e compatibile con il saggio uso del concetto di zone umide del Ramsar Convention on Wetlands (1971) basato sull’adattamento degli ecosistemi e della loro conservazione per una gestione sostenibile nel ripristino degli ecosistemi. Descrivere i flussi ambientali per quantità, qualità e modelli dei flussi d’acqua richiesti per sostenere ecosistemi di acqua dolce e relativo estuario e i servizi ecosistemici che li alimentano eco-, fito- e bio- sono concetti che usano il restauro dell’ecosistema per ripristinare un diverso sistema di comunità vegetali in un particolare ecosistema in modo che le sue capacità di scorta o di bonifica siano migliorati. Altri

concetti, strumenti e approcci parzialmente correlati a NBS includono restauro ecologico, ingegneria ecologica, ripristino del paesaggio forestale, infrastrutture verdi o naturali, riduzione del rischio di catastrofi basata sull’ecosistema (DRR) e servizi di adattamento all’ecosistema (Cohen-Shacham et al., 2016). Le NBS supportano un’economia circolare che promuove maggiore produttività delle risorse al fine di ridurre gli sprechi ed evitare inquinamento, anche attraverso il riutilizzo e il riciclaggio, con un design rigenerativo e rigenerativo, in contrasto con una economia lineare che è un modello di produzione “prendi, fai, disponi”.

NBS supporta anche i concetti di crescita verde o economia verde che promuovono l’uso sostenibile delle risorse naturali e di sfruttare i processi naturali per sostenere le economie. NBS riconosce gli ecosistemi come capitale naturale o lo stock di risorse naturali rinnovabili e non rinnovabili (ad es. piante, animali, aria, acqua, terreni e minerali) che si combinano per dare un flusso di benefici alle persone (adattato da Jansson et al., 1994; Atkinson e Pearce, 1995). Nel protocollo<sup>3</sup> viene sempre più riconosciuto dalle parti interessate, incluso le imprese, il flusso di benefici al capitale naturale che l’utilizzo delle NBS. Attraverso un processo solido e strutturato, la struttura aiuta a organizzare, identificare, misurare e valutare impatti e dipendenze sul capitale naturale.

Sulle NBS esistono anche numerose credenze religiose coerenti, anche se non essenziali, che enfatizzano un approccio basato sulla natura verso uno tecnocratico. La NBS riflette un paradigma globale adottato da leader laici e spirituali i quali sostengono che che il superamento dei confini della natura è un peccato (o equivalente). Ad esempio, valori trovati nella maggior parte delle religioni, tra cui Islam, Buddismo, Zoroastrismo, Ebraismo e Cristianesimo, difendere l’equità tra uomo e natura attraverso un uso appropriato di quest’ultima (Taylor, 2005). Allo stesso modo, Madre Terra o Madre Natura sono espressioni metaforiche comuni per la Terra e la sua biosfera come donatrice e sostenitrice della vita. Tali concetti possono essere locali o nazionali e possono trionfare su approcci basati su scienza e tecnologia. Questo rapporto sostiene che la NBS dovrebbe anche essere basata su solide basi scientifiche e economiche ed offrono un ponte tra questi paradigmi tradizionali moderni. Tra le altre cose, questo può fare dei leader religiosi e culturali potenti alleati nella diffusione delle NBS.

Le NBS tendono ad essere in armonia con le leggi, le consuetudini e la conoscenza tradizionale, rappresentando un grosso vantaggio su scale locale. L’approccio basato sui diritti umani per la gestione delle risorse idriche possono anche essere coerenti con le NBS, soprattutto se si concentra su leggi consuetudinarie. In aggiunta a ciò i problemi relativi ai diritti che devono essere considerati includono il riconoscimento dei diritti collettivi delle popolazioni indigene ed alle loro terre, le risorse naturali che hanno tradizionalmente occupato e utilizzato, il loro diritto allo sviluppo e gli impatti dell’adattamento ai cambiamenti climatici (la dichiarazione delle Nazioni Unite sui diritti di Popolazioni indigene). Conservazione del suolo rispetto al rimboschimento in un dato luogo (Chen et al., 2010; Zhang et al., 2015). Anche le praterie naturali tendono a produrre acqua di alta qualità. Tuttavia, nel caso di praterie concimate (come in Europa occidentale e negli Stati Uniti, per esempio), elevati carichi di azoto e fosforo nel deflusso superficiale costituiscono un problema importante (Hahn et al., 2012). Questo chiede l’adozione di un approccio che consideri

<sup>3</sup> Ulteriori informazioni su Natural Capital e Natural Capital Protocol sono disponibili su [naturalcapitalcoalition.org/protocol/](http://naturalcapitalcoalition.org/protocol/).

## ECOIDROLOGIA

L'ecoidrologia è una scienza che pone l'attenzione sulle interazioni tra idrologia e biologia.

Essa cerca di rinforzare attività sostenibili in territori modificati per ridurre l'impatto antropogenico. Approcci olistici che gestiscono idrologia e biologia, aiutano a raggiungere la sostenibilità sia negli ecosistemi che per le popolazioni e migliorano l'IWRM. L'ecoidrologia fornisce le competenze di base e gli strumenti pratici per il raggiungimento del SDG 6 sull'acqua.

L'ecoidrologia spinge verso l'integrazione del territorio e delle sue specie viventi in una singola entità e l'uso delle proprietà dell'ecosistema diventa uno strumento di gestione con cui l'ecoidrologia può indirizzare aspetti fondamentali per la gestione delle risorse idriche.

Essa fornisce una solida base scientifica per adottare uno spartiacque come sistema di base per la pianificazione.

Incorporando il concetto di ecosistema con maggiore resilienza come uno strumento di gestione, l'ecoidrologia potenzia i razionali per l'adozione di un approccio olistico allo spartiacque come opposizione al tipico approccio attuale per la gestione delle risorse idriche, basato sulla reattività settoriale e specifica. Allo stesso tempo, l'ecoidrologia sottolinea l'importanza di misure eco-tecnologiche come parte integrante per la gestione dell'acqua e complemento agli approcci ingegneristici standard (Zalewski, 2002).

Inoltre, Mitsch e Jørgensen (2004) hanno sviluppato l'applicazione dell'ingegneria ecologica, i.e. la gestione delle zone salmastre per la pulizia dell'acqua dai carichi dei nutrienti in eccesso basate su teorie ecologiche e modelli matematici.

L'ecoidrologia agisce come un fattore accelerante per la transizione dalla ecologia descrittiva, dalla conservazione restrittiva e dalla gestione troppo ingegnerizzata dell'ecosistema acquatico alla ecologia analitico-funzionale e alla gestione e conservazione creativa delle acque. (Zalewski et al., 1997).

Fin dal 2011, il programma Idrologico Internazionale dell'UNESCO (UNESCO-IHP) ha incentivato la realizzazione di vari siti dimostrativi distribuiti nel mondo dove applicare soluzioni ecoidrologiche sistemiche in bacini idrici utilizzando diverse scale. Un sito dimostrativo applica l'ecoidrologia nei suoi obiettivi di risolvere problemi quali l'inquinamento, la concentrazione di nutrienti, miglioramento della qualità delle acque, riduzione degli allagamenti, perdita della capacità della vegetazione di contenere e ritenere, etc...

I processi idrologici ed ecologici vengono studiati in scala dal più piccolo al più grande in ambienti acquatici come le zone salmastre, paludi, zone di mangrovie, fiumi dalle sorgenti al mare e zone costiere in modo da poter trovare soluzioni a lungo termine che integrano componenti sociali.

Il sito dimostrativo include il concetto di ecosistema potenziale avanzato, attraverso l'applicazione di strategie ecoidrologiche, per raggiungere la sostenibilità di ecosistemi relativi alle acque e per migliorare l'IWRM. Questo concetto viene chiamato WBSRC (W-water acqua, B-biodiversity biodiversità, S-ecosystem ecosistema, R-resilience resilienza, C-culture cultura o dimensione sociale), esso contiene i cinque elementi che dovrebbero essere presi in considerazione mentre si tenta di rinforzare la capacità di recupero degli ecosistemi modificati.

Contributo: UNESCO-IHP.

Figura | Eco-idrologia: passato, presente, futuro



Fonte: Zalewski et al. (1997, fig. 2, p. 13)

il paesaggio nel suo insieme unitamente all'idrologia dove la copertura del suolo e la gestione sono al centro di attenzione ed entrambi sono considerati in relazione al desiderato obiettivo che si vuole raggiungere. Soprattutto, la terra nuda (a meno che non sia naturale, come nei deserti o nelle calotte polari, ad esempio) sarebbe da evitare poiché questo favorisce il degrado del suolo, compreso un aumento dell'erosione e ridotta produttività dell'acqua (FAO / ITPS, 2015a).

## 1.3 Come funziona l'NBS

### 1.3.1 Il ruolo degli ecosistemi nel ciclo dell'acqua

Le proprietà fisiche, chimiche e biologiche degli ecosistemi influenzano tutti i percorsi idrologici nel ciclo dell'acqua (Figura 1.1). Processi biologici in un paesaggio, e specialmente nel suolo, influenzano la qualità dell'acqua come essa si muove attraverso un sistema, così come la formazione del suolo, l'erosione e il trasporto e la deposizione di sedimenti - tutto ciò può esercitare importanti influenze sull'idrologia. Ci sono anche grandi flussi energetici associati a questo ciclo guidato dalla natura: per esempio, il calore latente coinvolto con l'evaporazione può esercitare un effetto di raffreddamento ed è una base per NBS per la regolazione, per esempio, dei climi urbani.

### 1.3.2 Principali componenti dell'ecosistema coinvolti

Tutti i principali tipi di ecosistemi terrestri e costieri o i biomi influenzano l'acqua. La maggior parte delle applicazioni NBS, includendo quelle sui paesaggi urbani, essenzialmente coinvolgono la gestione di vegetazione, terreni e / o zone umide (compresi fiumi e laghi).

#### *Vegetazione*

Le piante coprono circa il 72% della massa terrestre globale (FAO / ITPS, 2015A). Gli steli e le foglie delle piante intercettano le precipitazioni (pioggia o neve) o umidità delle nuvole. Le piante influenzano la disponibilità di acqua e clima attraverso le funzioni di traspirazione con conseguente rimozione dell'acqua dai terreni e talvolta dalle falde acquifere. Le piante e le radici contribuiscono alla struttura e alla salute del suolo e quindi influenzano il deposito / disponibilità di acqua del suolo, infiltrazione e percolazione nell'acqua freatica. In tutto tranne nel più secco o congelato dei paesaggi, la senescenza naturale delle piante crea un importante strato di materia organica che ricopre il suolo, regola l'erosione e evaporazione dalla terra.

#### *Suolo*

I terreni svolgono un ruolo importante, e spesso sottovalutato nel movimento, stoccaggio e trasformazione dell'acqua. Il suolo coinvolge sistemi viventi complessi ed i loro processi idrobiologici sono strettamente legati alla salute ecologica del suolo. Quanta acqua si infiltra, evapora o percola attraverso la terra non dipende solo dalla vegetazione e dal clima, ma anche sulla geometria dello spazio dei pori del terreno, e quindi dalla struttura del suolo. Inoltre, le condizioni alla superficie del suolo (copertura vegetale, struttura del suolo, ecc.) controllano il partizionamento delle precipitazioni in deflusso superficiale e infiltrazione. Nei pressi delle radici, l'acqua infiltrata viene quindi suddivisa tra evaporazione e traspirazione da una parte e profondità percolazione

dall'altra. È noto che i cambiamenti nella gestione e nella copertura del suolo influenzano la struttura del suolo e quindi modificano queste proprietà del suolo. Ad esempio, in un caso estremo, impermeabilizzazione del suolo da strade e altre infrastrutture nelle città mina completamente l'idrologia del suolo, portando alla perdita di infiltrazioni e quindi le precipitazioni sono dirottate verso suolo terrestre di superficie, spesso contribuendo così alle inondazioni. Inoltre, la salute dei suoli e in particolare la loro capacità di sostenere il ciclo dei nutrienti, ha una grande influenza sulla qualità dell'acqua, in particolare nei sistemi agricoli (FAO, 2011b).

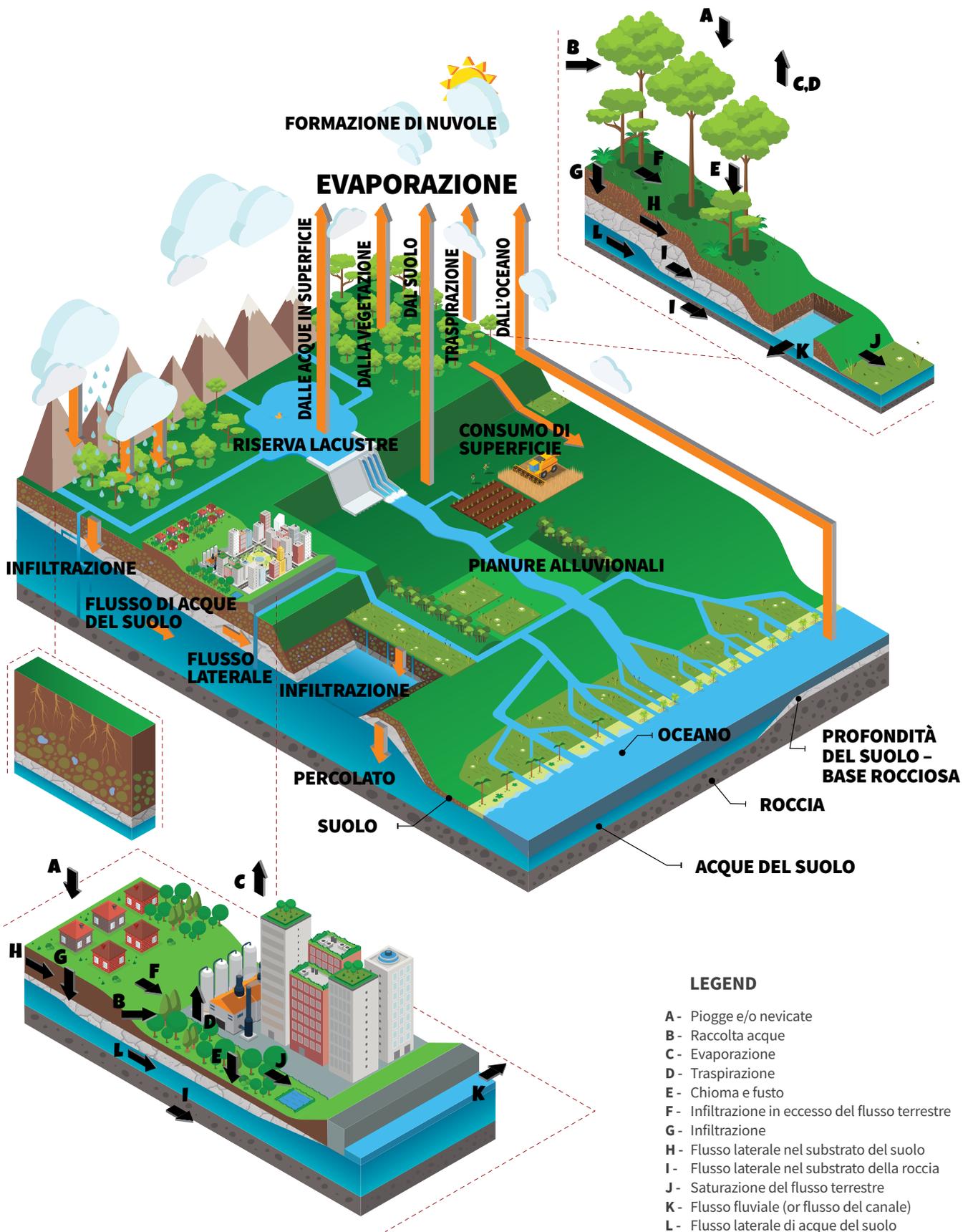
Il sistema suolo-vegetazione è il primo ricevitore delle precipitazioni ed energia che investono la terra. La zona tra i livelli superiori delle acque sotterranee (o roccia seminterrata) e quello appena sopra il terreno-vegetativo è fondamentale nel controllo della quantità e qualità di acqua terrestre (FAO / ITPS, 2015a). Circa il 65% dell'acqua che cade sulla terra viene immagazzinata o evapora dal suolo e dalle piante (Oki e Kanae, 2006). Dell'acqua immagazzinata a terra, oltre il 95% è immagazzinata nella parte superficiale e nelle zone sature (acque sotterranee) del suolo, escludendo l'acqua ancora conservata nei ghiacciai (Bockheim e Gennadiyev, 2010). Sebbene l'acqua del suolo nella parte superiore, abbia lo strato biologicamente attivo che rappresenta solo 0,05% del deposito mondiale di acqua dolce (FAO / ITPS, 2015a), i flussi verso l'alto e verso il basso dell'acqua e dell'energia attraverso il suolo sono vasti e fortemente legati. Queste cifre indicano chiaramente l'importanza dell'acqua del suolo per la Terra ed il relativo bilancio terra-acqua-energia, compreso lo scambio tra acqua del suolo e precipitazioni tramite la traspirazione, rappresenta un potenziale fattore positivo nei confronti del riscaldamento del clima (Huntington, 2006).

#### *Zone umide*

Sebbene solo il 2,6% circa del territorio sia coperto da corpi idrici interni (FAO / ITPS, 2015b), le zone umide, compresi fiumi e laghi,<sup>4</sup> svolgono un ruolo elevato in termini di idrologia per unità di superficie. Il piano per la conservazione delle zone umide è spesso fatto in termini di processi idrologici, tra cui la ricarica e lo scarico delle acque sotterranee, l'alterazione del flusso delle inondazioni, la stabilizzazione dei sedimenti e la qualità dell'acqua (Maltby, 1991). Le zone umide costiere svolgono anche un ruolo importante nella DRR legata all'acqua: le mangrovie, ad esempio, e in misura minore le saline, possono ridurre l'energia delle onde e delle correnti, stabilizzare i sedimenti con le loro radici e ridurre il rischio di inondazioni da mareggiate.

<sup>4</sup> La "Convenzione di Ramsar sulle zone umide" (1971) adotta una definizione estremamente ampia di zone umide come "aree di palude, palude, torba o acqua, sia naturali che artificiali, permanenti o temporanee, con acqua statica o fluente, fresca, salmastra o salata, comprese le aree di acqua marina, la cui profondità con la bassa marea non supera i sei metri" (articolo 1). Questa definizione è anche adottata dalla "Convenzione sulla Diversità Biologica" (CBD, 1992) ed è quindi quella utilizzata nella presente relazione. Le "zone umide" includono quindi fiumi, laghi, bacini artificiali, mangrovie e terreni permanentemente saturi (in particolare le torbiere) ed altri tipi. Tuttavia, la terminologia varia tra paesi e gruppi di utenti, con molte che riguardano le zone umide solo come aree naturali poco profonde e con molta vegetazione, come "acquitrini", "pantani" e "paludi" ecc. Pertanto, occorre prestare attenzione se si fa riferimento alle "zone umide" in generale oppure ad un sottoinsieme di zone umide - nel caso occorrerà utilizzare la dicitura appropriata.

**Figura 1.1** Percorsi idrologici in un paesaggio naturale (parte alta della figura) e uno sviluppo urbano (parte bassa della figura)



Fonte: WWAP

### 1.3.3 Land use and land use change (LULUC – uso della terra e cambio di uso)

L'utilizzo della terra indotto dall'uomo e il cambio di utilizzo del territorio (LULUC) considera le influenze delle componenti terrestri (compresa la copertura del suolo - ad es. foresta naturale contro terreni coltivati) degli ecosistemi e, in alcuni casi, le zone umide, sull'idrologia. LULUC è un importante fattore determinante dei cicli idrici locali, regionali e continentali.

Gli ecosistemi forniscono importanti contributi al riciclo delle precipitazioni da livello locale a livello continentale. Globalmente, fino al 40% delle precipitazioni terrestri nasce dall'evaporazione sulla terra e questa rappresenta oltre la metà delle precipitazioni in alcune regioni; il resto proviene dagli oceani (Keys et al., 2016). Il contributo della vegetazione alle precipitazioni locali può essere molto più alto. Esistono anche aree in cui la vegetazione è la principale o unica fonte di acque superficiali locali, come nel caso della vegetazione che cattura l'acqua dalle nuvole in assenza stagionale di precipitazioni locali (Hildebrandt ed Etlahir, 2006). Piuttosto che essere considerato un "consumatore" di acqua, la vegetazione è forse più correttamente considerata come un "riciclatore di acqua" (Aragão, 2012).

A livello locale, la coltivazione e la gestione del suolo nei campi hanno un'influenza importante sull'idrologia locale del campo (FAO, 2011b). In particolare, a prescindere dalla sua estensione, tutti i terreni coltivati e i pascoli sono sotto una gestione attiva e di solito intensiva. I fattori che influenzano l'idrologia delle terre coltivate comprendono, tra gli altri interventi, il tipo di coltura e l'uso di sostanze chimiche, la spaziatura delle colture, la rotazione delle colture e in particolare i disturbi del suolo attraverso la lavorazione del terreno. Questi possono essere regolati per gestire la disponibilità di acqua delle colture, la ricarica delle acque sotterranee, i tassi di evaporazione, il deflusso superficiale, l'erosione e la disponibilità di nutrienti vegetali, tra gli altri fattori ed esercitare effetti significativi sulla disponibilità e sulla qualità dell'acqua sia all'interno che all'esterno delle fattorie, comprese le scale paesaggistiche (FAO, 2011b). Il riciclo delle precipitazioni su scala continentale è illustrato nella Figura 1.2. Altri esempi includono l'evaporazione nel bacino del fiume Congo, che è una delle principali fonti di precipitazioni per la regione del Sahel, e il bacino del Rio de la Plata in Uruguay e Argentina, dove il 70% delle precipitazioni ha origine come evaporazione dalla foresta amazzonica (Van der Ent et al., 2010). Pertanto, la deforestazione e altri LULUC che colpiscono il ciclo dell'acqua dell'Amazzonia minacciano la produzione agricola al di fuori dell'Amazzonia (Nobre, 2014). Allo stesso modo, il Golfo di Guinea e l'umidità provenienti da tutta l'Africa centrale svolgono un ruolo importante nel generare flussi per il Nilo attraverso gli altipiani etiopici (Viste e Sorteberg, 2013). La rimozione della vegetazione ha probabilmente gli impatti più gravi sulle precipitazioni nelle zone più asciutte, contribuendo ad aumentare la scarsità d'acqua, il degrado del suolo e la desertificazione in quelle aree (Keys et al., 2016).

Le decisioni sull'uso del suolo in un luogo possono quindi avere conseguenze significative per le risorse idriche, le persone, l'economia e l'ambiente anche in luoghi distanti. Il riciclo delle precipitazioni crea interdipendenze tra paesi che non devono necessariamente essere adiacenti l'uno all'altro né condividere lo stesso bacino (Figura 1.3). L'in-

fluenza di LULUC sulla sfida per l'evaporazione dell'umidità e delle precipitazioni successive stabilisce lo 'spartiacque' come unità comune di gestione. Lo spartiacque come unità si applica perfettamente alla gestione delle acque superficiali e sotterranee, anche se i recenti progressi in idrologia hanno rivelato "i bacini idrici atmosferici", altrimenti noti come "precipitationsheds" (Keys et al., 2017).

### 1.3.4 Variazioni dell'idrologia nei diversi tipi di ecosistemi

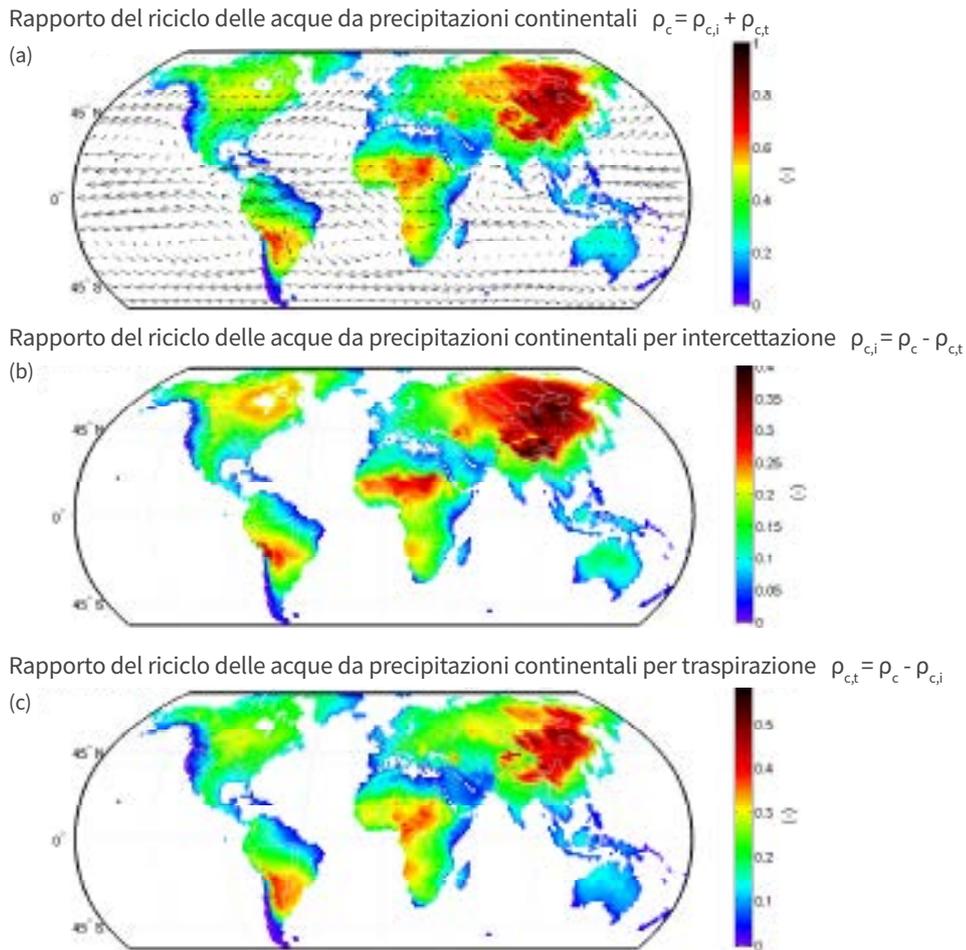
C'è un alto grado di variabilità negli impatti degli ecosistemi sull'idrologia sia all'interno che tra gli ecosistemi stessi, dipendenti dai tipi e sottotipi, dalla posizione e dalle condizioni, dal clima e dalla loro gestione. Per evitare premesse derivanti da generalizzazioni riguardo l'NBS è necessaria una conoscenza dei luoghi specifici di intervento. Per esempio, gli alberi possono incrementare o ridurre l'accumulo di scorte di acqua in base al tipo di albero, suo posizionamento e densità (Borg et al., 1988; Ilstedt et al., 2016). La relazione tra terreno boschivo e umidità del terreno dipendono anche dalle dimensioni e dall'età degli alberi in questione (Dawson, 1996). In genere le foreste hanno una maggiore evaporazione rispetto alle praterie dove la quantità di pioggia è maggiore di 2.000mm annui, ma diventa equivalente in luoghi dove piove meno di 500mm l'anno (Zhang et al., 2001). Le zone umide sono largamente conosciute in quanto "agiscono come una spugna", dunque riducono gli allagamenti e prevengono le siccità, ma alcune zone umide posizionate in alto possono invece incrementare gli allagamenti delle valli sottostanti (Bullock and Acreman, 2003). Anche le caratteristiche idrologiche del suolo variano ampiamente in base al tipo di terreno, alle sue condizioni e alla sua gestione (FAO/ITPS, 2015a). Non si deve assumere che gli ecosistemi "naturali" siano sempre i migliori per l'idrologia, molto dipende da cosa è richiesto da un'area o da una zona, includendo anche i benefici non idrologici e come questi potrebbero essere considerati all'altezza nella gestione complessiva dei costi.

### 1.3.5 Il ruolo della biodiversità per l'NBS

La biodiversità è importante per l'NBS per due ragioni. In primo luogo, la biodiversità ha un ruolo funzionale in NBS, perché è alla base dei processi e delle funzioni degli ecosistemi e, quindi, della fornitura di servizi ecosistemici (Hooper et al., 2005). Il biota del suolo, ad esempio, costituisce un'importante comunità vivente nel sistema del suolo, fornendo un'ampia gamma di servizi essenziali attraverso la modificazione della capacità metabolica e delle funzioni del suolo (Van der Putten et al., 2004). Le riduzioni della biodiversità del suolo tendono quindi ad essere associate a impatti negativi sul carbonio organico del suolo, sull'umidità e sull'infiltrazione, e quindi al deflusso, all'erosione e alla ricarica delle acque sotterranee (FAO, 2011b). Collettivamente, questi influenzano la qualità dell'acqua, in particolare in relazione ai carichi di nutrienti e alla sedimentazione (FAO / ITPS, 2015a). Allo stesso modo, foreste, praterie e zone umide nel loro stato naturale tendono ad essere più bio-diverse, hanno profili idrologici diversi e offrono servizi ecosistemici complessivi migliori rispetto a quelle con uno stato compromesso o alterato. La biodiversità, infine, aumenta anche la resilienza o la capacità di un sistema di riprendersi da pressioni esterne come siccità o errori di gestione (Fischer et al., 2006).

In secondo luogo, la biodiversità è importante per l'NBS ed ha tra gli obiettivi la sua "conservazione", indipendente-

**Figura 1.2** Riciclo delle acque da precipitazioni continentali, 1999-2008



Nota: La scala di colori di (b) termina a 0.41, che è la frazione media globale di flussi di evaporazione (intercettazione); la scala di colori di (c) termina a 0.59, che è la frazione media globale di flussi di evaporazione ritardati (traspirazione). Le frecce in (a) indicano i flussi verticali integrati.

Fonte: Van der Ent et al. (2014, fig. 2, p. 477)

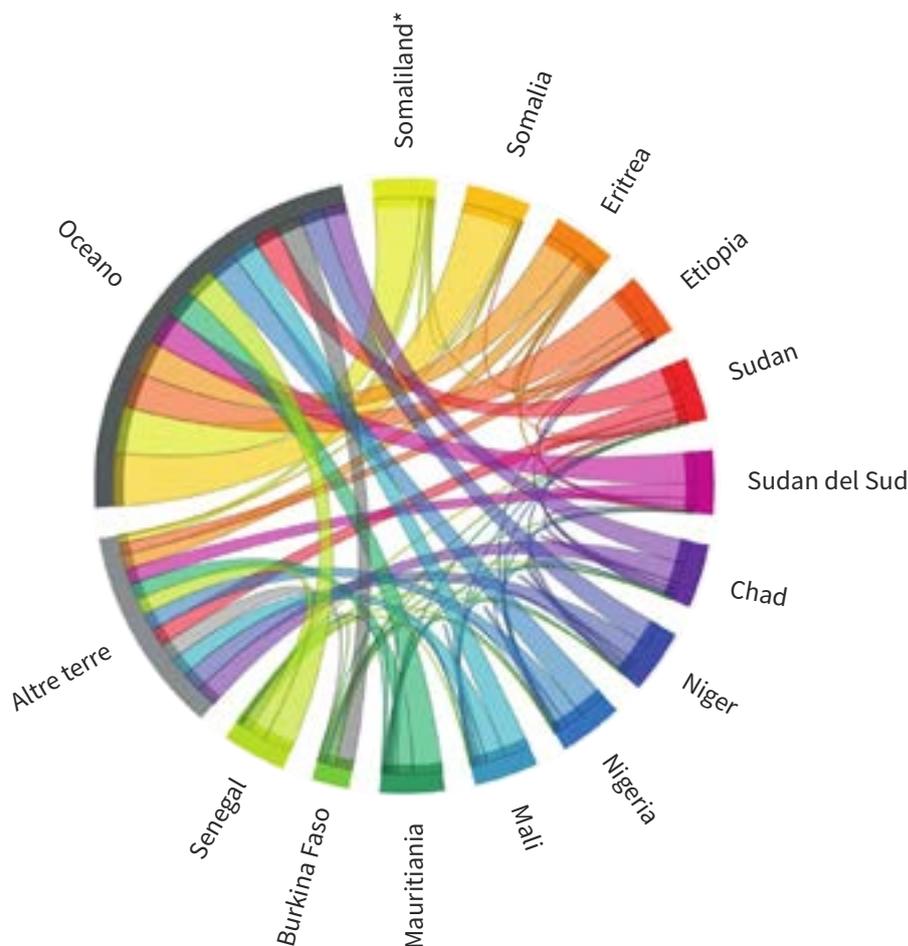
mente dal suo ruolo funzionale per quanto riguarda l'acqua. Dal momento che le NBS si basano sul miglioramento dell'estensione, della condizione o della salute dell'ecosistema, come regola generale tendono a sostenere la conservazione della biodiversità come un beneficio significativo. Tuttavia, questo non è sempre vero. Ad esempio, l'utilizzo di una zona umida naturale esistente per far fronte a carichi di sostanze nutritive in eccesso cambierebbe sicuramente il suo carattere ecologico e quindi la biodiversità che sostiene. La decisione se questo debba essere fatto, dipende dalla potenziale capacità di carico delle zone umide, dai potenziali problemi di interruzione dell'ecosistema e quali sono le caratteristiche e gli usi desiderati delle zone umide (WWAP, 2017). In Europa, il ripristino di terreni agricoli sottoutilizzati verso aree più naturali, ad esempio zone ripariali che proteggono i fiumi o che servono a migliorare i servizi di spartiacque, può portare alla perdita di biodiversità uniche nei casi in cui è richiesto un sostegno all'agricoltura (CBD, 2015). Tali osservazioni avvertono la necessità, se del caso, di includere la biodiversità nelle valutazioni d'impatto dell'NBS e, laddove indicato, le salvaguardie della biodiversità nelle applicazioni NBS.

### 1.3.6 Funzioni, processi e benefici alle persone all'interno di ecosistemi (ecosystem services – servizi ecosistemici)

Tutti i servizi ecosistemici sono dipendenti dall'acqua, ma ce ne sono alcuni che influenzano direttamente la disponibilità e la qualità dell'acqua alle quali si assegnano diverse terminologie, per esempio, servizi spartiacque (Stanton et al., 2010), servizi idrici (Perrot-Maître and Davies, 2001) oppure servizi ecosistemici relativi alle acque (Coates et al., 2013). Alcuni di questi servizi chiave sono elencati in tabella 1.1.

Per semplicità, i servizi ecosistemici legati all'acqua possono essere raggruppati in tre aree: quelli che riguardano il movimento dell'acqua (ad esempio evaporazione, deflusso sul terreno e infiltrazione), l'accumulo di acqua (principalmente nei terreni, nelle acque sotterranee e nelle zone umide) e la trasformazione dell'acqua, compresa la sua qualità (Acreman e Mountford, 2009). Queste tre dimensioni delle risorse idriche sono le principali, se non tutte, sfide da affrontare: disponibilità di acqua (approvvigionamento e quantità) e qualità dell'acqua e rischi relativi (incluso il rischio di

**Figura 1.3** Fonte delle precipitazioni per la regione del Sahel



Nota: la larghezza del flusso corrisponde alla quantità di precipitazioni ricevute nel territorio. Il colore di ciascun flusso corrisponde ad un paese in cui la caduta del flusso di umidità corrisponde ad una precipitazione. Quando due paesi scambiano umidità con un altro, il colore del flusso sarà corrispondente a quello del paese che riceve la maggioranza delle precipitazioni. Partendo dall'oceano, i paesi sono elencati in senso orario, da Est a Ovest.

\* Somaliland è una regione autonoma della Somalia soggetta al Governo Federale della Somalia

Fonte: Keys et al. (2017, fig. 6, p.18) Stampato con l'autorizzazione di Elsevier

catastrofi legate all'acqua). I capitoli 2, 3 e 4 di questo rapporto esaminano come l'NBS contribuisca ai servizi ecosistemici per aiutare a gestire l'acqua in ciascuna di queste tre aree e contribuisca in modo significativo alle principali sfide della gestione delle risorse idriche, tra cui: qualità dell'acqua potabile; sanificazione e igiene (WaSH); sicurezza idrica per la sicurezza alimentare e l'agricoltura sostenibile; costruire insediamenti urbani sostenibili; gestione delle acque reflue; degrado della terra, siccità e desertificazione; e adattamento ai cambiamenti climatici (e riduzione).

I servizi ecosistemici dipendenti dall'acqua comprendono: i prodotti ottenuti direttamente dagli ecosistemi (ad esempio cibo, fibre ed energia), i benefici derivati dai processi degli ecosistemi (ad esempio la qualità dell'aria e la regolazione del clima), i servizi di supporto (ad esempio il ciclo dei nutrienti e la formazione del suolo) e i servizi culturali (ad esempio svaghi).

I contesti socio-economici all'interno dei quali i servizi ecosistemici sono stabiliti sono importanti in termini di progett-

azione di NBS, ma devono anche essere implementate efficacemente. Ad esempio, quando si propone di ripristinare l'ecosistema per correggere un problema causato dalla precedente perdita di servizi ecosistemici, è essenziale sapere quali fattori, sia diretti che indiretti, hanno causato tale perdita. Se questi fattori non potessero essere indirizzati, è improbabile che la NBS abbia successo.

### 1.3.7 Infrastruttura verde (green infrastrutture)

L'infrastruttura verde (per l'acqua) si riferisce ai sistemi naturali o semi-naturali che forniscono la gestione delle opzioni per le risorse idriche con benefici equivalenti o simili all'infrastruttura idrica grigia (detta anche convenzionale/tradizionale/artificiale).

L'infrastruttura verde è l'applicazione di una NBS. I termini infrastrutture ecologiche e naturali sono spesso usati per descrivere simili strutture. In genere, le soluzioni di una infrastruttura verde si impegnano ad utilizzare servizi ecosistemici per portare i benefici di una gestione idrica primaria e una vasta gamma di benefici collaterali secondari, utilizzando un approccio più olistico (UNEP-DHI / IUCN / TNC, 2014).

**Tabella 1.1** Esempi di servizi ecosistemici e alcune tra le funzioni che svolgono

Categorie di servizi dell'ecosistema	Esempi di benefici e funzioni dell'ecosistema
<b>Servizi dell'ecosistema legati all'acqua*</b>	
<i>Servizi di approvvigionamento - prodotti ottenuti dagli ecosistemi</i>	
Forniture di acqua dolce	Fornire acqua dolce per il consumo e i bisogni umani
<i>Servizi di regolazione - benefici ottenuti dalla regolazione dei processi dell'ecosistema</i>	
Regolazione dell'acqua	Regolazione della presenza di acqua nel tempo e nello spazio - carico e scarico di acqua in superficie e acqua nel sottosuolo
Regolazione dell'erosione	Stabilizzazione del suolo (collegamenti alla regolazione dei rischi naturali e servizi di supporto all'approvvigionamento)
Regolazione dei sedimenti	Regolazione della formazione guidata dall'acqua e dal flusso dei sedimenti lungo il sistema, inclusi depositi per mantenere le zone umide e urbane lungo la costa
Purificazione dell'acqua e smaltimento dei rifiuti	Assorbimento di nutrienti e inquinamento, elaborazione e conservazione, deposito di particelle
Regolazione dei rischi naturali	Riduzione del rischio di disastri naturali collegati all'acqua
- protezione costiera	- attenua/dissipa onde e venti respingenti
- protezione contro le alluvioni	- immagazzina acqua o rallenta il flusso per ridurre i picchi di alluvioni
- protezione contro la siccità	- fornisce fonti di acqua durante i periodi di siccità
Regolazione del clima/riciclo dell'umidità	Influenza delle precipitazioni locali e regionali, umidità ed effetti di raffreddamento locali/regionali attraverso l'evaporazione
<b>Servizi dell'ecosistema dipendenti dall'acqua (altri servizi o co-benefici)**</b>	
<i>Servizi di approvvigionamento - prodotti ottenuti dall'ecosistema</i>	
Cibo e fibre	Pesca, prodotti agricoli, risorse non legnose provenienti dalla foresta
Energia	Energia idroelettrica e bioenergia
Risorse genetiche	Fonti di materiale genetico, per esempio per agricoltura, medicine
Biochimici, medicine naturali, farmaceutiche	Prodotti chimici, medicine e farmaceutici derivati dall'insieme dei viventi
<i>Servizi di regolazione - benefici ottenuti dalla regolazione dei processi dell'ecosistema</i>	
Regolazione della qualità dell'aria	Circolo di anidrite carbonica e ossigeno, controllo dell'inquinamento
Regolazione del climatico	Riduzione di carbonio - regolazione dei gas serra e del carico atmosferico
Regolazione dei rischi di pestilenze e disastri	Influenza sull'esistenza, estensione e gravità di malattie e pestilenze di umani, animali e piante. La gestione integrata delle epidemie migliora il controllo delle stesse in maniera naturale e può ridurre l'uso dei pesticidi migliorando la qualità dell'acqua, la condizione del suolo e il suo ruolo nel ricircolo di acqua.
Impollinazione	Sostegno all'impollinazione di piante da parte degli animali (in maniera naturale) per migliorare la produzione agricola e la biodiversità
<i>Servizi di supporto - Servizi necessari per la fornitura di altri servizi</i>	
Ciclo dei nutrienti	Mantiene le funzionalità generali dell'ecosistema
Produzione principale	Supporta la vita sulla Terra
Formazione del suolo	Mantiene la produzione regolare del suolo per supportare la maggior parte degli altri servizi terrestri ecosistemici
<i>Servizi culturali - Benefici non tangibili che le persone ricevono dagli ecosistemi</i>	
Valori spirituali, religiosi e simbolici	Credenze che dipendono dall'esistenza degli ecosistemi (natura)
Valori estetici	Benefici derivanti dagli ecosistemi considerati belli, interessanti o con belle viste, ect...
Attività ricreative ed eco-turismo	Benefici socio-economici basati su turismo e attività ricreative inclusi gli sport (per esempio pesca sportiva)

\* i servizi ecosistemici relativi all'acqua sono quelli che influiscono direttamente sulla qualità e quantità di acqua e quindi sono soggetti alle NBS

\*\* i servizi ecosistemici dipendenti dall'acqua sono quelli che si basano sull'acqua ma non hanno un ruolo (o lo hanno parziale) sulla qualità o quantità di acqua e sono tra i benefici delle NBS

Fonte: basato su "Millennium Ecosystem Assessment" (2005) e su "Russi et al." (2012)

**Figura 1.4** Infrastrutture naturali (o “verdi” o “green”) per la gestione dell’acqua distribuite nel territorio



Fonte: Infografica “Natural Infrastructure for Water Management”, IUCN Water 2015.

L'infrastruttura verde viene sempre più riconosciuta come un'importante opportunità per affrontare le complesse sfide della gestione dell'acqua e può essere utilizzata per raggiungere obiettivi in più aree (Tabella 1.2). Se distribuita su larga scala, l'infrastruttura verde può fornire benefici anche per il paesaggio (Figura 1.4). La domanda se è da preferire l'infrastruttura verde o grigia è oggetto di dibattito (Palmer et al., 2015). La visione “grigia” argomenta che i collegamenti tra le infrastrutture grigie per la gestione delle acque e lo sviluppo economico sono ben stabiliti, che lo sviluppo economico è ridotto nei paesi che hanno una insufficiente infrastruttura grigia per gestire l'acqua e conseguentemente, molti paesi in via di sviluppo sono “tenuti in ostaggio dalla loro idrologia” e quindi sono necessarie più infrastrutture grigie (Muller et al., 2015). Un approccio NBS è stato parzialmente sostenuto a causa di impatti sociali e di reazioni problematiche dell'ambiente associate all'implementazione su larga scala delle infrastrutture grigie. In questo caso, l'argomentazione offerta è che è necessario ridisegnare un approccio convenzionale, un sistema che lavori insieme ai sistemi naturali e non contro di loro, utilizzando delle NBS che forniscano alternative o complementino le infrastrutture grigie, in modo da essere vantaggiose nei costi e possano fornire molti benefici che

spesso vengono dimenticati quando la gestione dell'acqua viene definita e implementata in maniera troppo ristretta (Palmer et al., 2015).

Il dibattito sull'infrastruttura verde contro quella grigia è, comunque, una falsa dicotomia (McCartney e Dalton, 2015).

Essa suggerisce di scegliere una o l'altra, quando in realtà la scelta dovrebbe essere un mix di ciascuna considerando quale è più adatto e in che scala.

Ci sono esempi in cui le NBS sono il solo modo per risolvere un problema (per esempio, recupero paesaggistico per combattere la desertificazione o il degrado del territorio) ed esempi dove funzioneranno solo infrastrutture grigie (per esempio, portare l'acqua ad una casa isolata sarà possibile solo attraverso tubature e rubinetti), ma in molti casi infrastrutture grigie e verdi potrebbero e dovrebbero lavorare insieme.

In ogni caso, la gestione delle risorse idriche è già una combinazione delle infrastrutture verdi e grigie poiché gli ecosistemi sono l'origine dell'acqua che è poi gestita da infrastrutture convenzionali. Alcuni dei migliori esempi dell'implementazione delle NBS sono i metodi in cui sono stati impie-

**Tabella 1.2** Infrastrutture verdi per la gestione delle risorse idriche

Problema di gestione dell'acqua (i servizi primari devono essere forniti)	Soluzione tramite infrastruttura verde	Posizione				Infrastruttura grigia corrispondente (per fornire lo stesso servizio primario)
		Spartiacque	Pianura alluvionale	Urbano	Costiero	
Regolazione della fornitura d'acqua (miglioramento della siccità incluso)	Riforestazione e mantenimento delle zone boschive					Dighe e pompe di acqua di superficie Sistemi di distribuzione dell'acqua
	Ricostruzione dei collegamenti tra i fiumi e le pianure alluvionali					
	Ricostruzione di zone umide e loro conservazione					
	Costruzione di zone umide					
	Raccolta dell'acqua*					
	Spazi Verdi (infiltrazioni e mantenimento biodiversità)					
	Pavimentazione permeabile*					
Regolazione della qualità dell'acqua	Purificazione dell'acqua	Riforestazione e mantenimento delle zone boschive				Impianti di trattamento acque
		Zone "tamponi" rivierasche				
		Ricostruzione dei collegamenti tra i fiumi e le pianure alluvionali				
		Ricostruzione di zone umide e loro conservazione				
		Costruzione di zone umide				
		Spazi Verdi (infiltrazioni e mantenimento biodiversità)				
		Pavimentazione permeabile*				
	Controllo dell'erosione	Riforestazione e mantenimento delle zone boschive				Rinforzo dei versanti (pendii)
		Zone "tamponi" rivierasche				
		Ricostruzione dei collegamenti tra i fiumi e le pianure alluvionali				
	Controllo biologico	Riforestazione e mantenimento delle zone boschive				Impianto di trattamento delle acque
		Zone "tamponi" rivierasche				
		Ricostruzione dei collegamenti tra i fiumi e le pianure alluvionali				
		Ricostruzione di zone umide e loro conservazione				
		Costruzione di zone umide				
		Spazi Verdi (ombreggiature delle zone d'acqua)				
	Controllo della temperatura dell'acqua	Riforestazione e mantenimento delle zone boschive				Dighe
		Zone "tamponi" rivierasche				
		Ricostruzione dei collegamenti tra i fiumi e le pianure alluvionali				
		Ricostruzione di zone umide e loro conservazione				
		Costruzione di zone umide				
Spazi Verdi (ombreggiature delle zone d'acqua)						
Moderazione di eventi estremi (inondazioni)	Controllo delle inondazioni fluviali	Riforestazione e mantenimento delle zone boschive				Dighe e argini
		Zone "tamponi" rivierasche				
		Ricostruzione dei collegamenti tra i fiumi e le pianure alluvionali				
		Ricostruzione di zone umide e loro conservazione				
		Costruzione di zone umide				
		Realizzare deviazioni per le inondazioni				
	Deflusso delle acque piovane in ambienti urbani	Tetti verdi				Infrastrutture per le acque piovane in ambienti urbani
		Spazi Verdi (infiltrazioni e mantenimento biodiversità)				
		Raccolta acque*				
		Pavimentazioni permeabili*				
	Controllo delle inondazioni costiere (da tempeste)	Proteggere/ripristinare mangrovie, paludi salmastre e dune				Muri lungo il mare
		Proteggere/ripristinare barriere (coralli/ostriche)				

\*Elementi artificiali che interagiscono con caratteristiche naturali per migliorare i servizi ecosistemici relativi all'acqua.

Fonte: NEP-DHI/IUCN/TNC (2014, tabella 1, p.6)

Le applicazioni della NBS, anche in paesaggi urbani, coinvolge essenzialmente la gestione di vegetazione, suolo e/o zone umide (inclusi fiumi e laghi)

*gate per migliorare i risultati delle infrastrutture grigie. Per esempio, l'aspettativa di durata economica della diga Itaipu Hydropower in Brasile/Paraguay, una delle più grandi al mondo, è stata aumentata di sei volte applicando metodi di gestione del territorio e pratiche agricole nello spartiacque per ridurre i sedimenti e simultaneamente migliorando la produttività delle aziende agricole e i ricavi dei contadini (Kassam et al., 2012).*

### 1.3.8 Benefici delle NBS

Una caratteristica fondamentale delle NBS è che esse tendono a creare gruppi di servizi ecosistemici (tabella 1.1) – anche quando l'obiettivo della gestione è soltanto uno. Normalmente l'NBS offre molteplici benefici legati all'acqua e spesso aiuta a gestire contemporaneamente quantità, qualità e rischi dell'acqua. Inoltre, l'NBS offre spesso co-benefici oltre i servizi ecosistemici legati all'acqua. Ad esempio, le zone umide artificiali, utilizzate per il trattamento delle acque reflue possono fornire biomassa per la produzione di energia (Avellán et al., 2017). La creazione o il ripristino degli ecosistemi può creare o migliorare: la pesca, il legname e le risorse forestali non legnose, la biodiversità, i valori paesaggistici e i servizi culturali e ricreativi. Tutto questo, a sua volta può portare a benefici socio-economici che includono il miglioramento dei mezzi di sussistenza, la riduzione della povertà, nuove opportunità per l'occupazione e la creazione di posti di lavoro dignitosi (WWAP, 2016). Il valore di alcuni di questi benefici può essere sostanziale e portare la decisione di investimento a favore dell'NBS. Un altro vantaggio chiave di NBS è il modo in cui contribuiscono alla costruzione della resilienza complessiva del sistema.

## 1.4 Attenzione crescente per l'NBS

### 1.4.1 Ambiente, sviluppo e acqua

Nelle prime fasi dei piani di sviluppo moderni, il rapporto tra sviluppo e ambiente è stato caratterizzato come uno dei compromessi, in particolare per quanto riguarda l'acqua. Gli impatti ambientali erano ben noti, ma considerati come un costo accettabile per lo sviluppo. Più recentemente, il dialogo sull'acqua e l'ambiente si è significativamente spostato verso i modi in cui l'ambiente può essere gestito per supportare il fabbisogno di acqua umana (Figura 1.5). Un simile spostamento di attenzione può essere rintracciato nella comunità imprenditoriale e

in vari forum politici. Il risultato netto è stato un significativo spostamento verso le NBS negli ultimi tempi e in particolare negli ultimi dieci anni.

### 1.4.2 Il “business case” per le NBS

Le aziende sono sempre più interessate a investire in capitale naturale e sulle NBS, guidati da business case convincenti<sup>5</sup>. I fattori aziendali che spingono ad investire sulle NBS includono: limitazioni delle risorse, requisiti normativi, cambiamenti climatici e eventi meteorologici gravi, preoccupazioni degli stakeholder, benefici finanziari diretti, guadagni operativi, finanziari e di reputazione dei co-benefici ambientali; e guadagni operativi, finanziari e di reputazione dai benefici sociali.

### 1.4.3 Gli accordi multilaterali sull'ambiente e i quadri globali sulla sicurezza alimentare, la riduzione del rischio di catastrofi e il cambiamento climatico

Può essere tracciata una cronologia attraverso l'agenda della ricerca, con attenzione alla terminologia NBS o simile che emerge intorno al 1990 (in coincidenza con la Conferenza delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile del 1992, dalla quale è emersa la Convenzione sulla diversità biologica (CBD, 1992), la Convenzione delle Nazioni Unite per Combattere la desertificazione (UNCCD, 1994) e la Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC, 1992)), ed escalation dal 2000-2005 in poi (Figura 1.6). Un fattore chiave è stata la crescente attenzione al concetto di servizi ecosistemici a partire da circa il 2000 in poi e il miglioramento degli sforzi per valorizzarli, consentendo un migliore coinvolgimento con i responsabili politici. Una pietra miliare è stata la Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Prima del 2010, la Convenzione sulla diversità biologica ha indirizzato ampiamente le acque dolci con l'obiettivo di mitigare gli impatti della gestione delle risorse idriche sulla biodiversità. Tuttavia, parallelamente agli sforzi più ampi di legare la biodiversità in modo più esplicito allo sviluppo, una pietra miliare significativa è stata l'adozione del riferimento ai servizi ecosistemici correlati all'acqua nell'ambito dell'obiettivo della biodiversità di Aichi, “Entro il 2020, gli ecosistemi che forniscono servizi essenziali, compresi i servizi connessi all'acqua, e contribuiscono alla salute, ai mezzi di sussistenza e al benessere, saranno ripristinati e salvaguardati ...” (CBD, 2010, punto 13). Questo è stato il precursore della prima esplicita espressione della relazione positiva tra ecosistemi e acqua nell'agenda dello sviluppo sostenibile globale nel documento finale della Conferenza delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile del 2012 (Rio + 20) (UNCSD, 2012), The Future We Want, nel paragrafo 122: “Riconosciamo il ruolo chiave che gli ecosistemi svolgono nel mantenimento della quantità e della qualità dell'acqua e sostengono le azioni all'interno dei rispettivi confini nazionali per proteggere e gestire in modo sostenibile questi ecosistemi”.

Le NBS sono inoltre riconosciute sempre più esplicitamente in altri forum. Sono al centro delle misure preventive e riparative per combattere il degrado del

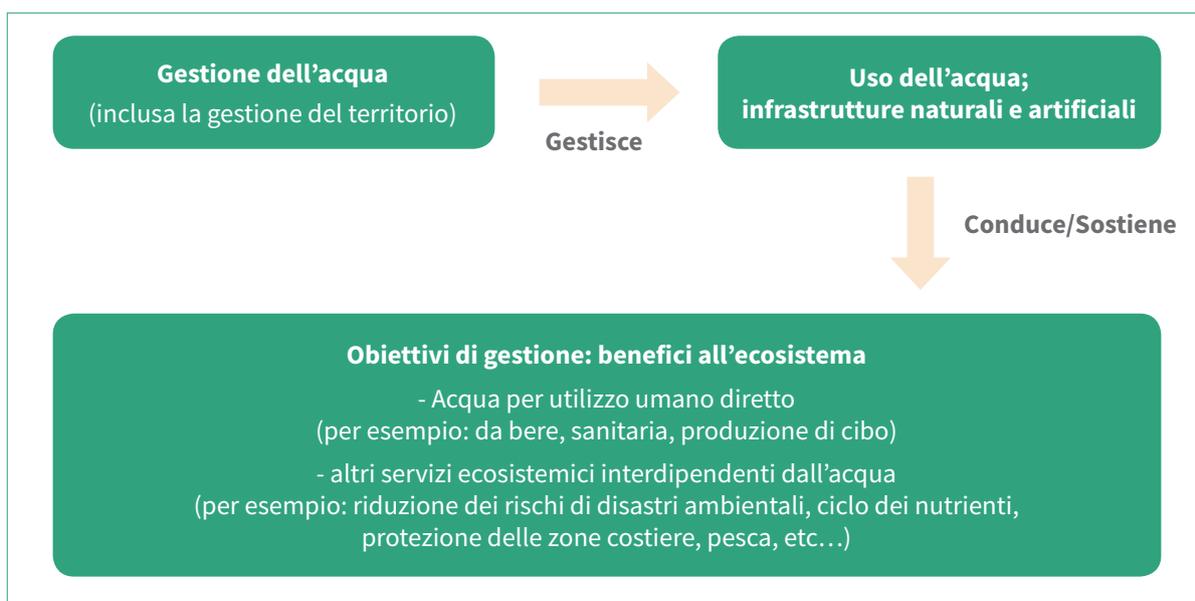
<sup>5</sup> Per una panoramica del business case, prego leggere la piattaforma “Natural Infrastructure for Business” a [www.naturalinfrastructureforbusiness.org/](http://www.naturalinfrastructureforbusiness.org/).

**Figura 1.5** Metodi in fase di sviluppo per la gestione di ecosistemi acquatici. Enfasi si sposta dal vedere l'impatto sull'ecosistema al gestire l'ecosistema per raggiungere gli obiettivi di gestione delle risorse idriche.

**VECCHI METODI:**



**NUOVO PARADIGMA**



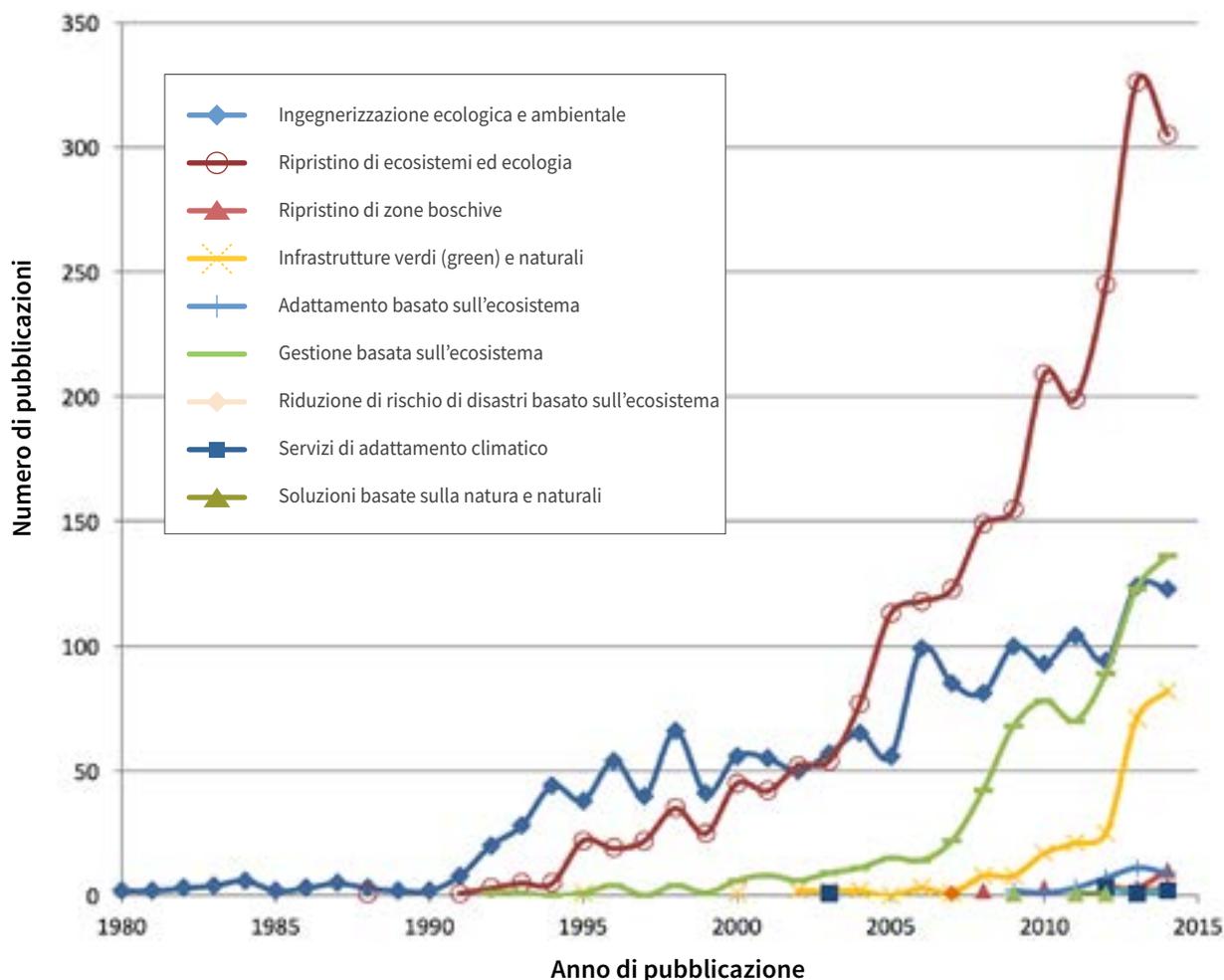
Fonte: Coates and Smith (2012, fig.2, p.171).

territorio nell'ambito dell'UNCCD: nel 2015 la sua dodicesima conferenza delle parti ha collegato l'attuazione agli SDG e in particolare l'obiettivo 15.3: "Entro il 2030, combattere la desertificazione, ripristinare territori degradati e suolo, compresi i terreni colpiti dalla desertificazione, dalla siccità e dalle inondazioni, e sforzarsi di raggiungere un metodo per evitare la degradazione del territorio". Gli approcci basati sulla natura per la DRR sono stati riconosciuti da tempo (Renaud et al., 2013). Tuttavia, il ruolo degli ecosistemi nella DRR ha ricevuto solo recentemente un'attenzione significativa nei quadri globali, come dimostra la crescente attenzione agli ecosistemi nel quadro Sendai per la riduzione dei rischi di catastrofi 2015-2030

rispetto al suo predecessore, il Hyogo Framework for Action 2005-2015. (UNEP, 2015).

L'attuale agenda globale sulla sicurezza alimentare ha abbracciato il ruolo centrale della NBS, come ad esempio il Quadro Strategico Rivisto 2010-2019 dell'Organizzazione per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO) delle Nazioni Unite, approvato dalla Conferenza della FAO nel Giugno 2013 (FAO, 2014a). Approcci di tipo NBS sono stati recentemente incorporati nei Principi volontari per gli investimenti responsabili nei sistemi agricoli e alimentari approvati dalla commissione per la sicurezza alimentare mondiale nell'ottobre 2014; ad esempio, il suo principio 6: "conservare e

**Figura 1.6** Proiezioni del numero di pagine di testi di ricerca che citano le NBS e i relativi approcci, 1980-2014



Nota: Soluzioni “basate sulla natura” e “naturale” sono termini non molto utilizzati nella comunità accademica, perciò il loro utilizzo non è propriamente riflesso in questo documento.

Fonte: Cohen-Shacam et al. (2016, fig.8, p.23, basato sui dati presi da “Web of Science”)

gestire in modo sostenibile le risorse naturali, aumentare la resilienza e ridurre i rischi di catastrofi” (CFS, 2014).

Le NBS sono fondamentali per affrontare i cambiamenti climatici. L'UN-Water ha sottolineato che gli impatti dei cambiamenti climatici riguardano in gran parte l'idrologia e le risorse idriche (UN-Water, 2010). Il cambiamento del ciclo idrico è la causa principale per la maggior parte dei cambiamenti climatici negli ecosistemi e il benessere umano e gli impatti dei cambiamenti climatici derivanti dai cambiamenti degli ecosistemi (SEG, 2007; IPCC, 2014). Ciò implica che la gestione basata sugli ecosistemi dovrebbe essere il mezzo principale per l'adattamento ai cambiamenti climatici - e questo in gran parte implica l'uso di NBS per l'acqua. Le NBS sono già riconosciute nell'agenda sui cambiamenti climatici. National Adaptation Programmes of Action, nell'ambito dell'UNFCCC, evidenziano spesso approcci di adattamento basati sugli ecosistemi. Le forti interdipendenze tra i cicli del carbonio e dell'acqua creano anche importanti sinergie tra la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici. Ad esempio, riduzione delle emissioni da deforestazione e degrado forestale (REDD+) è l'applicazione di un approccio

basato sulla natura per la gestione del clima globale, principalmente per la mitigazione dei cambiamenti climatici, ma il ruolo degli alberi nell'idrologia crea collegamenti sostanziali all'adattamento. Inoltre, circa il 25% delle emissioni di gas serra derivano dal cambiamento dell'uso del suolo (FAO, 2014b) e la perdita di acqua esiste anche in molti terreni con degrado del suolo; le torbiere, ad esempio, svolgono un ruolo significativo nell'idrologia locale, ma questo tipo di zone umide immagazzina anche il doppio del carbonio delle foreste del mondo intero e, quando prosciugate, le torbiere sono una fonte di enormi emissioni di gas serra (Parish et al., 2008).

#### 1.4.4 Collegamento delle NBS con “Agenda for Sustainable Development and its SDGs” del 2030

L'NBS incorpora i tre principi cardine per l'implementazione dell'SDGs: indivisibilità (un obiettivo non può essere ottenuto a spese di altri), inclusione (nessuno resta indietro) e accelerazione (concentrarsi su azioni che hanno sviluppi multipli). Aichi Biodiversity Target 14 e risultati di Rio+20 (vedi sopra) hanno contribuito ad incorporare ecosistemi in SDG 6 attra-

verso il suo Target 6.6 (“Entro il 2020, proteggere e ripristinare ecosistemi relativi alle acque, includendo montagne, foreste, zone umide, fiumi e laghi”) in riconoscimento del ruolo degli ecosistemi per il raggiungimento di obiettivi sulle acque (SDG 6) e per i suoi altri obiettivi.

In aggiunta al Target 6.6, SDG 14 (Oceani) e in particolare SDG 15 (Ecosistemi terrestri), gli ecosistemi sono citati nel SDG anche a riguardo della sicurezza alimentare nel Target 2.4 e anche in riferimento all’acqua (“Entro il 2030, assicurare sistemi di produzione di cibo sostenibili e implementare pratiche di agricoltura resiliente che incrementano produttività e produzione, aiutano il mantenimento degli ecosistemi, potenziano la capacità per adattarsi ai cambiamenti climatici, climi estremi, siccità, allagamenti e altri disastri e che progressivamente migliora la terra e la qualità del suolo”). Anche all’interno dell’SDGs 14 e 15, solo Target 15.3 è specifico sul perché gli ecosistemi dovrebbero essere protetti o ripristinati, ed esso si riferisce, di nuovo, all’acqua (degrado del suolo, siccità e allagamenti). L’NBS può contribuire a raggiungere molti altri SDGs e i loro Target, anche se non esplicitamente menzionato. Tali collegamenti sono approfonditi nei capitoli successivi e riassunti nel capitolo 7.

## 1.5 Valutare l’NBS nel contesto di questo rapporto

È chiaro che c’è un crescente riconoscimento delle NBS nell’agenda dell’acqua. I capitoli 2, 3 e 4 di questo rapporto considerano le NBS per la gestione della disponibilità, della qualità e dei rischi dell’acqua. Il capitolo 5 fornisce esempi di esperienze con NBS a livello regionale. Ciascuno fornisce ulteriori dettagli su NBS, inclusi esempi settoriali.

Nonostante la lunga storia e la crescente esperienza con l’applicazione di NBS, ci sono ancora molti casi in cui la politica e la gestione delle risorse idriche ignorano le opzioni NBS - anche dove sono ovvie e dimostrano di essere efficienti. Ci sono ancora troppi casi in cui le NBS sono impiegate sulla base di una scienza incerta e quindi non producono i risultati dichiarati. Il Capitolo 6, pertanto, considera gli ostacoli noti all’applicazione della NBS sulla base dell’esperienza derivante dalle valutazioni dei capitoli da 2 a 5, oltre ad altre fonti di informazione e modi e mezzi per superarle. Tutti questi sono essenzialmente incentrati sulla creazione delle giuste condizioni per l’esame della NBS su un campo di gioco più equo. Il capitolo 7 trae conclusioni e potenziali risposte, prestando particolare attenzione alle opportunità offerte da NBS per aiutare gli Stati membri (e altre parti interessate) a conseguire la gestione delle risorse idriche e gli obiettivi di sviluppo sostenibile correlati, anche per quanto riguarda l’agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.

Le lezioni precedentemente tratte dalla storia pongono domande: si possono evitare le stesse catastrofi che afflissero le civiltà precedenti? Le società sono collocate meglio nel ventunesimo secolo rispetto a millenni fa? Lo stato attuale degli ecosistemi (vedi Prologo, per esempio) certamente non promette nulla di buono. La



La gestione basata sull’ecosistema dovrebbe essere il mezzo principale per l’adattamento al cambiamento climatico - e questo comprende ampiamente l’uso di NBS per l’acqua

conoscenza di come la relazione acqua-cibo-energia-ecosistema possa essere gestita, soprattutto quando si tratta di influenzare i fattori di cambiamento socio-politico, rimane incompleta. Molto dipenderà dall’equilibrio che può essere raggiunto tra il degrado, la conservazione e il ripristino degli ecosistemi legati all’acqua e il modo in cui i processi idrologici dell’ecosistema possono essere meglio gestiti per contribuire a raggiungere più obiettivi di gestione delle risorse idriche. A prescindere dal fatto che possa profilarsi una catastrofe, è imperativo aumentare il guadagno di efficienza sociale, economica e idrologica nella gestione delle risorse idriche, in questo, NBS giocherà sicuramente un ruolo importante. Questo rapporto si propone di valutare come ciò possa essere fatto.

# 2

## LA NBS PER LA GESTIONE DELLA DIPONIBILITÀ DELL'ACQUA



Zona umida di Pantanal (Brasile)



FAO | Amani Alfara e Antony Turton

**Con il contributo di<sup>6</sup>:** David Coates and Richard Connor (WWAP); Marlos De Souza and Olcay Ünver (FAO); UNIDO Industrial Resource Efficiency Division and John Payne (John G. Payne & Associates Ltd); Matthew McCartney (IWMI); Ben Sonneveld (ACWFS-VU); Rebecca Welling (IUCN); Tatiana Fedotova (WBCSD); and Daniel Tsegai (UNCCD)

## 2.1 Introduzione

Molti Stati sono ridotti a scarsità di acqua, se non a livello nazionale, almeno locale, a causa del fallimento di soluzioni politiche sufficienti e veloci. La scarsità di acqua è influenzata sia dalla domanda che dalla fornitura. Nonostante ci siano esempi di come l’NBS può influenzare positivamente la domanda (per esempio, riducendo le richieste per l’irrigazione), essa principalmente indirizza la questione della fornitura attraverso la gestione della raccolta e dell’immagazzinamento, tramite infiltrazione affinché i miglioramenti siano locali, tempestivi e la quantità d’acqua sia disponibile per le necessità dell’uomo. Un approccio tramite NBS è fondamentale per indirizzare la fornitura in casi di scarsità d’acqua, perché l’approccio è riconosciuto come la migliore soluzione per ottenere acqua “sostenibile” per l’agricoltura (vedi sezione 2.2.1) – di gran lunga il bisogno più critico per raggiungere la gestione sostenibile delle risorse idriche guidate dalla domanda in crescente aumento anche nel futuro (vedi Prologo).

La disponibilità di acqua (in particolare la scarsità) è influenzata dalla sua qualità. Per esempio, migliorare la qualità dell’acqua ne permette il riutilizzo. Disastri come le alluvioni o la siccità rappresentano gli estremi nella variazione della disponibilità di acqua. Il presente capitolo pone l’attenzione su come l’NBS può aiutare gli stati membri a raggiungere i loro obiettivi nazionali proprio sul fronte “disponibilità”, tranne la parte relativa alla qualità dell’acqua che invece è trattata nel capitolo 3 e quella relativa agli eventi estremi, trattata nel capitolo 4 – restano comunque dei collegamenti. Gli ecosistemi esercitano una grande influenza relativamente alla quantità di acqua disponibile, in tempo e spazio (vedi Capitolo 1). In particolare, l’interfaccia suolo-vegetazione è il fattore determinante sul destino delle precipitazioni influenzando l’infiltrazione dalla superficie terrestre, e quindi la ricarica delle acque sotterranee, il deflusso superficiale e la ritenzione idrica del suolo nella zona delle radici delle piante (di particolare importanza per l’agricoltura) e infine riciclando l’acqua nell’atmosfera attraverso l’evaporazione.

<sup>6</sup> Gli autori desiderano ringraziare Sarah Davidson del WWF-US per i commenti

La NBS consiste essenzialmente nella gestione di questi percorsi, sia attraverso la conservazione o la riabilitazione degli ecosistemi, sia attraverso vari approcci di gestione e uso del territorio, sia a scala piccola o paesaggistica, sia in contesti urbani o rurali. Inoltre, gli approcci strutturali che comportano cambiamenti fisici nel paesaggio, come la creazione di piccole depressioni per la raccolta dell'acqua o l'estrazione di acqua non sfruttata nei paesaggi (box 2.1), sono stati presentati come NBS, anche se alcuni di questi probabilmente funzionano sem-

plicemente come infrastrutture grigie su piccola scala. Gli approcci strutturali sono qui descritti in particolare dove vengono impiegati in congiunzione con la gestione delle componenti viventi dei paesaggi. A seconda delle interpretazioni, possono essere visualizzati come NBS o esempi di approcci infrastrutturali ibridi (ma su piccola scala) verdi / grigi.

Il caso di studio Tarun Bharat Sangh in Rajasthan, India, presenta un esempio eccellente del modo in cui gli approcci

## BOX 2.1

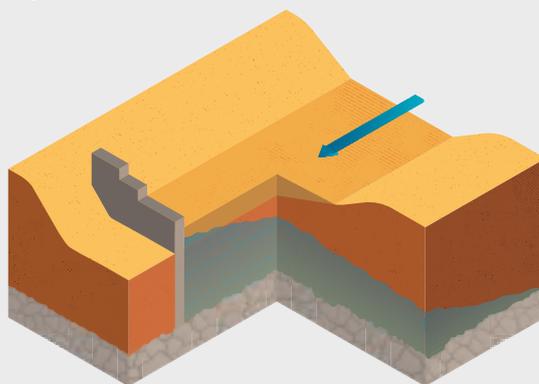
### ACCUMULO DI ACQUE NATURALI IN FIUMI SECCHI IN AFRICA

I letti di molti fiumi e ruscelli stagionali (detti anche effimeri) che incrociano terre aride o semi-aride, formano delle riserve idriche poco profonde che si ricaricano ogni qualvolta che l'acqua li riempie di nuovo. Le comunità locali possono attingere acqua da queste falde acquifere durante la stagione secca utilizzando una grande varietà di metodi semplici. Ancora, nonostante la propria grande potenzialità, questa modalità di accumulo è poco utilizzata in molte regioni dell'Africa, in particolare per scopi produttivi come l'agricoltura (Lasage et al., 2008; Love et al., 2011).

I fiumi Shashe, Tuli e Sashane, nell'arido sud dello Zimbabwe sono un esempio del grande potenziale di questo tipo di accumulo di acque. Anche dopo l'eccezionale stagione secca del 2015-16, i letti di questi fiumi stagionali contenevano riserve di acqua sufficienti per l'irrigazione. Eppure, utilizzare queste risorse per scopi produttivi rimanere la principale sfida. (Critchley e Di Prima, 2012).

Le "dighe di sabbia" (i.e. mura di sabbia che attraversano i fiumi) sono state utilizzate per l'irrigazione dei giardini del Sashane, nella parte più a sud dello Zimbabwe insieme a pompe ad energia solare economiche e a basso sollevamento. Le "dighe di sabbia" incrementano gradualmente lo spessore della sezione di sedimento nel fiume (attraverso l'innalzamento della diga in fasi), dunque incrementando sia il volume dell'acqua immagazzinata e la sua accessibilità. La tecnologia permette ai contadini di accedere all'acqua per delle irrigazioni aggiuntive o per limitare i rischi relativi alla disponibilità di acqua.

Figura | Lo schema di una diga di sabbia



Fonte: basata su [www.metameta.nl](http://www.metameta.nl)

Questo sistema permette anche ai contadini di estendere la durata del raccolto anche durante il periodo di siccità o fornire un secondo raccolto dando loro opportunità per un ulteriore introito e mezzi di sostentamento. L'uso sostenibile di questo sistema naturale di immagazzinamento può essere aiutato dalla creazione di un dispositivo di controllo per la comunità che garantisca a tutti di ricevere le informazioni relative ai livelli di acqua immagazzinata – un elemento critico nella gestione sostenibile tipo una piscina comune (Ostrom, 2008).

Considerando che un quinto dell'Africa ha terre aride e semi-aride, assumendo che il 1% di queste terre siano adatte alla coltivazione e vicine ad un fiume di sabbia, questi ultimi potrebbero fornire acqua immagazzinata a sufficienza per irrigare fino a 60,000 km<sup>2</sup> di terra. Questo è un valore significativo se paragonato con i 130,000 km<sup>2</sup> di terre totali irrigate che esistevano nel 2010 (You et al., 2010) e lo diventa ancor di più perché queste aree sarebbero localizzate in zone dove la crisi di umidità è la sfida principale.

Contributi: Annelieke Duker (IHE Delft), Eyasu Yazew Hago (Mekelle University), Stephen Hussey (Dabane Water Workshops), Mieke Hulshof (Acacia Water), Ralph Lasage (Institute for Environmental Studies (IVM) of the Vrije Universiteit Amsterdam), Moses Mwangi (South Eastern Kenya University) and Pieter van der Zaag (IHE Delft).

paesaggistici a basso costo guidati dalla comunità possono migliorare sia la ricarica delle acque sotterranee che la disponibilità di acqua superficiale combinando la gestione del suolo, della vegetazione e degli interventi strutturali (fisici). L'approccio NBS offre significativi vantaggi socio-economici in diversi settori e interessi, e illustra anche come la gestione del paesaggio può migliorare i climi locali, compresi i modelli di precipitazioni (riquadro 2.2).

Ci sono diversi esempi dove le NBS o le infrastrutture grigie sono la sola opzione per migliorare la disponibilità di acqua, ma in genere esse devono essere sempre considerate insieme, progettate e implementate in armonia. Ogni approccio dovrebbe avvantaggiarsi dai benefici dell'altro per effettuare una sinergia e migliorare le prestazioni dell'intero sistema. (figura 2.1).

## 2.2 Casi di studio basati su situazioni con problemi da risolvere

### 2.2.1 Agricoltura

Data l'importanza dell'acqua per la sicurezza alimentare, l'agricoltura sostenibile e l'alimentazione (HLPE, 2015), la sfida di nutrire le popolazioni in crescita diventerà sempre più una questione centrale nella maggior parte delle politiche di sviluppo nazionali. Mentre quasi 800 milioni di persone sono attualmente affamate, entro il 2050 la produzione alimentare globale dovrebbe aumentare del 50% per sfamare più di 9 miliardi di persone previste sul nostro pianeta (FAO/IFAD/UNICEF/WFP/WHO, 2017). È ormai accettato che questo aumento non può essere raggiunto con gli attuali comportamenti e che è necessaria una trasformazione nel modo in cui produciamo il cibo (FAO, 2011b; 2014a). L'agricoltura dovrà soddisfare gli aumenti di produzione previsti attraverso una migliore efficienza nell'uso delle risorse e riducendo al contempo l'impronta ambientale e l'acqua è fondamentale per questo processo. Questo argomento è stato analizzato in modo approfondito. La chiave di volta è l'intensificazione "ecologica e sostenibile" della produzione alimentare che migliori i servizi ecosistemici nei paesaggi agricoli, ad esempio attraverso una migliore gestione del suolo e della vegetazione (FAO, 2014a).

L'approccio NBS è ora il pensiero dominante, come riflesso ad esempio, nel quadro strategico rivisto per il periodo 2010-2019 dall'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO, 2013b).<sup>7</sup> Il suo Strategic Objective 2 evidenzia il ruolo critico della biodiversità e dei servizi ecosistemici nel raggiungimento degli obiettivi del piano stesso, includendo: "sfruttare il potenziale della bio-economia per aumentare il contributo dell'agricoltura, della silvicoltura e della pesca allo sviluppo economico, generando reddito e occupazione e fornendo opportunità di sostentamento alle aziende agricole a conduzione familiare e più in generale alla popolazione nelle aree rurali. I sistemi di produzione devono affrontare questa sfida attraverso innovazioni che aumentino la produttività e l'efficienza dell'agricoltura in un contesto di uso sostenibile delle risorse naturali, riduzione della

### BOX 2.2

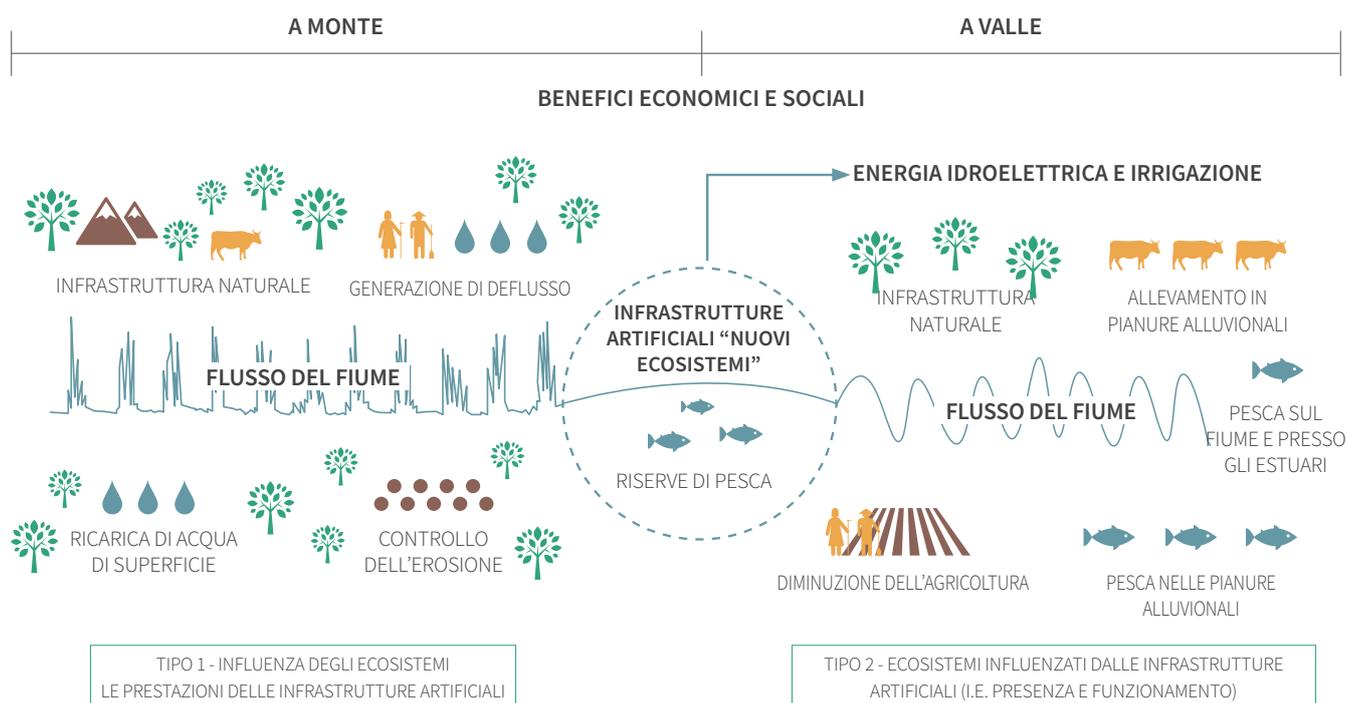
#### I BENEFICI DELLE NBS SU LARGA SCALA - RECUPERO DEI PAESAGGI PER ASSICURARE LA FORNITURA IDRICA IN RAJASTHAN, INDIA

Nel 1985-86 piogge insolitamente scarse, combinate con un eccessivo LOGGING hanno portato ad una delle peggiori siccità del Rajasthan. Il distretto di Alwar, uno dei più poveri dello stato fu pesantemente colpito. Il tavolo delle acque sotterranee scese sotto i livelli critici e lo Stato dichiarò parte dell'area "dark zones" (zona oscura) e fu costretto ad emettere restrizioni all'estrazione di acqua sotterranea. Tarun Bharat Sangh, una organizzazione non governativa (NGO), ha aiutato le comunità locali ad intraprendere azioni per il ripristino in scala paesaggistica dei cicli delle acque e le risorse idriche. Sotto la guida delle donne, che abitualmente hanno la responsabilità di approvvigionare le loro famiglie con acqua fresca, sono nate di nuovo tradizionali iniziative locali per l'acqua che hanno unito le persone sul problema della gestione delle foreste e delle risorse idriche. Attività incentrate sulla costruzione di piccole strutture di raccolta dell'acqua combinate con la rigenerazione di foreste e terreni, in particolare in bacini di raccolta, per contribuire a migliorare la ricarica di risorse idriche sotterranee. L'impatto è stato significativo. Per esempio, l'acqua è stata di nuovo portata a 1.000 villaggi in tutto lo Stato; cinque fiumi che di solito si seccavano completamente dopo la stagione dei monsoni ora sono di nuovo attivi e le attività di pesca ristabilite; le acque sotterranee si sono alzate di circa sei metri (stimati); aziende agricole sono passate dal 20% al 80% della raccolta; l'incremento della copertura forestale, anche in terreni agricoli, che aiuta a mantenere l'integrità e la capacità di trattenere l'acqua del suolo è aumentata del 33%; è stato osservato il ritorno della fauna selvatica come l'antilope e il leopardo. Everard (2015) ha intrapreso una valutazione scientifica del programma che conferma i benefici socio-economici. Queste soluzioni innovative per la gestione dell'acqua hanno migliorato anche la sicurezza della disponibilità dell'acqua nell'India rurale (SIWI, 2015).

Fonte: Singh (2016).

<sup>7</sup> Adottato dalla 38esima Sezione della Conferenza FAO a Giugno 2013 e sua decisione C 2013/7

**Figura 2.1** La relazione tra infrastrutture artificiali e servizi ecosistemici



Fonte CGIAR WLE (2017, fig.1, p.5 sviluppato usando alcuni risultati da "WISE-UP to Climate")

contaminazione, utilizzo più pulito dell'energia, maggiore adattamento ai cambiamenti climatici, nonché fornitura di servizi ambientali."

(FAO, 2013b, item 53).

L'acqua non è considerata in modo indipendente in questo approccio, che mira a migliorare le prestazioni complessive dell'ecosistema, ad esempio il ciclo dei nutrienti (e quindi l'efficienza dell'uso dei fertilizzanti e di conseguenza la qualità dell'acqua), la regolazione dei parassiti e delle malattie, l'impollinazione e la prevenzione dell'erosione del suolo. I miglioramenti sull'intero ciclo dell'acqua (regolazione delle acque) sono un requisito e al contempo un risultato, sia centrale che trasversale. La precedente attenzione all'utilizzo dell'acqua in agricoltura ha avuto la tendenza a concentrarsi sull'irrigazione a causa dei suoi alti livelli di ritiro dell'acqua. Tuttavia, la valutazione completa della gestione delle risorse idriche in agricoltura (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture - 2007) ha evidenziato che le principali opportunità di aumentare la produttività sono i sistemi a pioggia che rappresentano la maggior parte della produzione attuale e dell'agricoltura familiare (con successiva riduzione dei sussidi e riduzione della povertà).

I vantaggi delle NBS possono essere applicati all'agricoltura su tutte le scale, dall'agricoltura familiare su piccola scala (FAO, 2011b) all'agricoltura "industriale" su vasta scala. La sostenibilità economica e la sostenibilità degli ecosistemi sono due facce della stessa medaglia (Scholes and Biggs, 2004). Ad esempio, un recente studio sui sistemi mono-col-

turali altamente semplificati ed intensivi ha dimostrato che invece la diversificazione del paesaggio non solo fornisce migliori risorse idriche, nutrienti, biodiversità e gestione del suolo, ma allo stesso tempo aumenta la produzione di colture (Liebman e Schulte, 2015). I sistemi agricoli che cercano di conservare i servizi ecosistemici usano pratiche come la lavorazione del terreno, la diversificazione delle colture, l'intensificazione delle leguminose e il controllo biologico dei parassiti, nonché sistemi intensivi ad alto input (Badgley et al., 2007; Power, 2010). La capacità di resistere e riprendersi da varie forme di stress, tra cui siccità e alluvioni, così come da parassiti e malattie, sono tra gli effetti dell'aumento della diversità biologica nei sistemi agricoli, osservato in una recente revisione (Cardinale et al., 2012). Questi approcci sono anche una strategia fondamentale per migliorare la resilienza dell'agricoltura di fronte ai cambiamenti climatici (FAO, 2014a).

Il "World Overview of Conservation Approaches and Technologies" (WOCAT, 2007) ha effettuato una approfondita analisi di 42 casi di studio riguardo iniziative di conservazione di suolo e di acqua nel mondo, principalmente, ma non solo, riguardanti l'agricoltura. Le misure di conservazione del suolo e dell'acqua possono essere così raggruppate:

- **Agricoltura conservativa** - caratterizzata da sistemi che incorporano tre principi di base: minimo disturbo del suolo, grado di copertura del suolo permanente e rotazione delle colture.
- **Concimazione e compostaggio** - dove concimi organici e compost sono destinati a migliorare la fertilità del

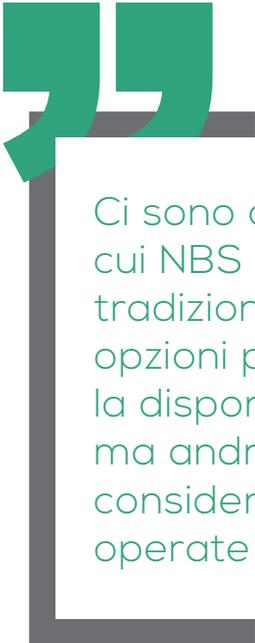
suolo e contemporaneamente migliorarne la struttura (contro la compattazione e la formazione di croste) oltre a migliorare l'infiltrazione e la percolazione dell'acqua.

- **Strisce o copertura vegetativa** - ad esempio utilizzando erbe o alberi in diversi modi. Nel caso delle strisce, queste spesso portano alla formazione di cumuli e terrazze dovute alla "tillage erosion" (il movimento verso il basso del suolo durante la coltivazione). Nell'altro caso, gli effetti della copertura della vegetazione sono molteplici, tra questi: una maggiore copertura del suolo e una sua migliore struttura, migliori infiltrazioni, nonché una minore erosione da parte dell'acqua e del vento.
- **Agro-foreste (agroforestry)** - descrive i sistemi di uso del suolo in cui gli alberi vengono piantati in associazione con colture agricole, pascoli o allevamento di bestiame. Di solito, ci sono sia le interazioni ecologiche ed economiche tra i componenti di questo sistema. Esiste un'ampia gamma di potenziali applicazioni, dalle cinture di protezione, agli alberi con il caffè, alle colture terrazzate.
- **Tre approcci strutturali** spesso supportati da componenti del paesaggio vivente:
  - Raccolta delle acque - che prevede la raccolta e la concentrazione del deflusso delle precipitazioni per la produzione di colture o per il miglioramento delle proprietà di erba e alberi in aree aride dove il deficit di umidità è il principale fattore limitante.
  - Supervisione dei burroni - che comprende una serie di misure che affrontano questo tipo specifico e grave di erosione, in cui è richiesta il ripristino del terreno. Esiste tutta una serie di misure diverse e complementari, ma tra tutte dominano le barriere strutturali, spesso stabilizzate con vegetazione permanente. Comunemente, tali tecnologie sono applicate su un intero bacino.
  - Terrazze - con un'ampia varietà di tipi di terrazze, dalle terrazze inclinate in avanti alle terrazze a livello o inclinate all'indietro, con o senza sistemi di drenaggio.

Di queste tecnologie, l'agricoltura conservativa (riquadro 2.3) è diventata il fiore all'occhiello di un paradigma agricolo alternativo per intensificare la produzione di colture che non solo migliora e sostiene la produttività, ma fornisce anche importanti servizi ambientali (Kassam et al., 2009; 2011a; FAO, 2011c).

Le opportunità di migliorare le pratiche di gestione in aziende agricole che mirano all'acqua verde<sup>8</sup> (colture a pioggia) possono migliorare significativamente la disponibilità di acqua per la produzione di colture. Utilizzando stime moderate (25%) per ridurre l'evaporazione del suolo e migliorare la raccolta dell'acqua attraverso la modifica dei regimi di lavorazione del terreno o la pacciamatura in un modello dinamico globale di vegetazione e bilancio idrico, Rost et al.

<sup>8</sup> L'acqua verde è l'acqua delle precipitazioni che viene immagazzinata nel terreno e poi fatta evaporare, traspirare o incorporata dalle piante. È particolarmente rilevante per i prodotti agricoli, orticoli e forestali. Per ulteriori dettagli, consultare: [waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/](http://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/).



Ci sono alcuni esempi in cui NBS o infrastrutture tradizionali sono le uniche opzioni per incrementare la disponibilità d'acqua, ma andrebbero considerate, disegnate e operate in armonia.

(2009) hanno stimato che la produzione globale di colture potrebbe essere aumentata di quasi il 20% dalle sole pratiche di gestione delle acque verdi in azienda. Ciò si traduce in un beneficio in termini di utilizzo idrico di circa 1650 km<sup>3</sup> all'anno (basato sull'aumento della produttività primaria netta). Falkenmark e Rockström (2004) hanno suggerito un miglioramento della produttività dell'acqua verde di 1530 km<sup>3</sup> all'anno attraverso una combinazione di tecniche simili. Nonostante questi autori considerino le loro stime cautelative, le previsioni restano incerte. Tuttavia esse sono una utile indicazione della scala dei possibili benefici in ballo. Per esempio, le figure precedenti suggeriscono che i guadagni potenziali sono più o meno equivalenti alla produzione agricola con circa il 50% degli attuali prelievi di acqua o il 35% dei prelievi totali. Dove combinati con altre soluzioni per migliorare la sostenibilità, questi benefici sono molto più significativi. Per esempio, una revisione di progetti di sviluppo in 57 paesi poveri hanno mostrato che un utilizzo dell'acqua più efficiente, un utilizzo ridotto dei pesticidi e un miglioramento della salute del suolo ha portato ad un incremento dei raccolti del 79% (Pretty et al., 2006).

Ci sono opportunità significative per le NBS di migliorare l'efficienza dell'uso dell'acqua nell'irrigazione e questo può avere un impatto importante poiché l'irrigazione rappresenta il 70% degli attuali prelievi di acqua (HLPE, 2015). La NBS per aumentare l'efficienza dell'uso dell'acqua nell'irrigazione si basa sul miglioramento della gestione dei bacini per migliorare le acque sotterranee e la ricarica dei bacini (riquadro 2.1), anche attraverso la riduzione della siltizzazione (siltation) che aumenta la capacità di accumulo del giacimento e migliora la salute del suolo (come per i sistemi alimentati dalla pioggia) attraverso l'aumento della conservazione dell'umidità del suolo, per esempio. Una migliore gestione dell'ecosistema del suolo nei campi irrigati può anche produrre significativi risparmi idrici (riquadro 2.4).

I benefici ambientali di questi e altri approcci NBS all'aumento della produzione agricola sostenibile sono sostanziali - mediati in gran parte dalla diminuzione delle pressioni sulla conversione dei terreni e dalla riduzione

## AGRICOLTURA CONSERVATIVA – UN APPROCCIO ALL’INTENSIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE SOSTENIBILE

L’agricoltura conservativa implica la simultanea applicazione di tre principi pratici basati su pratiche locali (Friedrich et al., 2008; Kassam et al., 2011a): minimizzare il disturbo del suolo (semina no-till); mantenimento di una copertura continua del suolo con pacciamatura e/o piante organiche (copertura delle colture principali, compresi i legumi) e coltivazione di diverse specie di piante che, in diversi sistemi di agricoltura, possono includere colture annuali o perenni, alberi, arbusti e pascoli in associazioni, sequenze o rotazioni, che contribuiscono a migliorare la resilienza del sistema.

L’eliminazione o la minimizzazione del disturbo del suolo tramite sistemi meccanici evita o riduce la frantumazione della struttura e dei pori del terreno vegetale, così come la perdita di materia organica del terreno e la compattazione del suolo che si verificano con la lavorazione meccanica. Stagnari et al. (2009) ha concluso che, se confrontato con l’agricoltura convenzionale (tillage), l’agricoltura conservativa porta a “una migliore e stabile struttura del suolo; migliore drenaggio e capacità di ritenzione delle acque; riduzione del rischio di deflusso delle precipitazioni (vedi figura seguente) e riduzione dell’inquinamento con pesticidi fino al 100% e fertilizzanti fino al 70% delle acque superficiali; ridotto consumo di energia (inferiore da un quarto a metà) e minori emissioni di CO<sub>2</sub>”.

**Figura |** Lo stesso campo, con una parte coltivata con metodo tradizionale (tillage) a destra ed una parte coltivata in agricoltura conservativa (no tillage) a sinistra, immediatamente dopo un forte temporale.



Nota: la coltivazione tradizionale ha impedito il drenaggio e il deflusso dell’acqua a causa della compattazione del suolo e la perdita di infiltrazione di acqua nel terreno a destra, mentre l’acqua defluisce velocemente nel terreno meno lavorato a sinistra (no-tillage). La foto è stata presa a Giugno 2004 a Zollikofen, vicino Berna in Svizzera dal gruppo SWISS NO-TILL che ha iniziato nel 1994 una sperimentazione su quel campo.

Foto: Wolfgang Stumy

I benefici economici dell’agricoltura conservativa sono stati verificati in diversi sistemi intorno al mondo, dai piccoli coltivatori in America Latina e Africa sub-Sahariana fino alle produzioni commerciali in larga scala in Brasile e Canada (rivisto in Govaerts et al., 2009). Attualmente, circa 1.8 milioni di km<sup>2</sup> di coltivazioni sono gestite in agricoltura conservativa, esse rappresentano circa il 12,5% di tutte le coltivazioni esistenti, con un incremento di circa il 69,2% dal 2008/09 (Kassam et al., 2017).

Tuttavia, è altamente variabile tra le regioni. Ad esempio, in alcuni paesi sud-americani il 70% delle terre coltivate è con agricoltura conservativa, in altre l’area è assolutamente trascurabile. Le differenze di utilizzo sembrano avere più a che fare con le percezioni, le politiche agricole, il sostegno e gli incentivi sul campo agli agricoltori piuttosto che fattori bio-geologico-climatici. Questo suggerisce che l’ambiente politico sfavorevole o favorevole è un fattore chiave che ne limita o stimola l’adozione.

(Derpsch e Friedrich, 2009).

dell’inquinamento, dell’erosione e del fabbisogno idrico. Ad esempio, i sistemi alimentari (che significano sia modelli di consumo alimentare che metodi di produzione alimentare) rappresentano il 70% della perdita di biodiversità prevista entro il 2050 in condizioni normali (Leadley et al., 2014).

L’NBS offre anche l’opportunità per ridurre i conflitti tra i settori sull’utilizzo dell’acqua migliorando le prestazioni del sistema. Ad esempio, sono aumentate le tensioni tra l’industria mineraria e gli interessi agricoli nella provincia del

Limpopo del Sud Africa, dove la diga di Njelele, utilizzata principalmente per l’agricoltura, rischia di essere completamente insabbiata entro un decennio a causa della vicina Makhado Colliery. Tuttavia, una miniera a cielo aperto di 20 km di lunghezza e 1 km di larghezza offre l’opportunità di utilizzare la roccia residua per costruire una falda acquifera progettata per sostituire la funzione della diga di Njelele come strumento di raccolta, riducendo così possibili conflitti (Turton and Botha, 2013). L’area è anche influenzata dai cambiamenti climatici, con alcuni modelli che mostrano

un potenziale aumento della temperatura ambientale di 5° C (Scholes et al., 2015), che causano enormi perdite alla riserva per colpa dell'evaporazione ed evidenziano invece la necessità di accumulo sotto la superficie (Box 2.1). Ciò aiuta ad allineare i bisogni della società, ottenendo una nuova licenza per la miniera in un'area con vincoli idrici.

### 2.2.2 Insediamenti urbani

La NBS è di grande importanza per affrontare la disponibilità di acqua negli insediamenti urbani, dato che la maggior parte della popolazione mondiale è ora urbanizzata. Gestire i flussi d'acqua attraverso i paesaggi urbani può migliorare la disponibilità delle risorse idriche (Lundqvist e Turton, 2001). È disponibile un'ampia gamma di opzioni. Molte NBS sono multifunzionali, affrontando la disponibilità di acqua (scarsità / offerta), la qualità dell'acqua e i rischi di eventi estremi. Possono essere raggruppati in:

- Gestione dei bacini all'esterno delle aree urbane che migliorano l'approvvigionamento nelle aree urbane (comprese le acque superficiali e sotterranee) - quasi sempre in combinazione con una migliore qualità dell'acqua.
- Miglioramento del riciclo dell'acqua nei cicli idrici urbani, ad esempio riutilizzo delle acque reflue grazie l'NBS per migliorare la qualità delle acque reflue (vedi Capitolo 3 e WWAP, 2017).
- Lo sviluppo di infrastrutture verdi all'interno dei confini urbani.

Le infrastrutture verdi urbane stanno diventando sempre più popolari, come testimoniano gli investimenti crescenti (Bennett e Ruef, 2016). L'infrastruttura verde (vedi Capitolo 1, Sezione 1.3.7) viene adattata per migliorare le prestazioni idrologiche dei vecchi paesaggi urbani o incorporata nella progettazione di nuove aree, a causa della sua economicità e dei suoi molteplici vantaggi (UNEP-DHI / IUCN / TNC, 2014). Esempi di soluzioni per regolare l'approvvigionamento idrico per gli insediamenti urbani includono il rimboschimento, il ripristino o la costruzione di zone umide, nuove connessioni tra fiumi e pianure alluvionali, raccolta di acqua, pavimentazione permeabile e spazi verdi (bioretention e infiltrazione). L'infrastruttura verde urbana essenzialmente ripristina e gestisce i percorsi idrologici e quindi il destino delle precipitazioni, tra cui il deflusso e la ricarica delle acque sotterranee.

Questa regolamentazione dei flussi idrici urbani aumenta in particolare l'accumulo idrico urbano e quindi la resilienza alle variazioni della disponibilità idrica, sia per la gestione delle inondazioni che come cuscinetto per la scarsità d'acqua. Anche gli orti urbani contribuiscono ad aumentare l'uso delle piogge urbane e a ridurre la domanda di acqua agricola nelle zone rurali, riducendo allo stesso tempo le catene di approvvigionamento alimentare e ottenendo ulteriori risparmi idrici attraverso la diminuzione dello spreco alimentare. Le infrastrutture verdi urbane possono anche migliorare in modo significativo i climi urbani attraverso l'ombreggiamento e gli effetti di raffreddamento dell'evaporazione - migliorando così la qualità della vita dei cittadini come ulteriore beneficio.

Gli edifici verdi sono un fenomeno emergente che sta sviluppando nuovi parametri di riferimento e standard tecnici che abbracciano molte soluzioni NBS. Fondamentale a tale riguardo è l'allineamento dei requisiti normativi per incen-

## BOX 2.4

### IL SISTEMA DI INTENSIFICAZIONE DEL RISO (MAGGIORE PRODUTTIVITÀ CON MENO ACQUA)

Il riso è il prodotto principale per circa la metà della popolazione mondiale.

Le coltivazioni di riso nelle pianure irrigate coprono circa il 56% delle coltivazioni di riso totali e produce circa il 76% della produzione di riso totale (Uphoff e Dazzo, 2016).

Il sistema di intensificazione del riso (SRI) è un metodo che include il ristabilire le funzionalità ecologiche e idrologiche del terreno, basato sulle modifiche di pratiche standard di gestione delle culture e delle risorse idriche piuttosto che sull'introduzione di nuove varietà o sull'uso sempre più intenso di agrochimici.

Il SRI ha messo radici su scala internazionale, spostandosi molto dalle sue origini in Madagascar (Kassam et al., 2011b). Di particolare interesse qui è la pratica dell'SRI che mantiene il terreno umido, ma non continuamente allagato per cui lo stato del suolo è per lo più aerobico piuttosto che sempre saturo e anaerobico.

I risultati variano considerevolmente nelle diverse regioni, ma l'SRI può diventare un risparmio di lavoro nel tempo, mentre si risparmia acqua (tra il 25 e il 50%) e semi (tra l'80 e il 90%), si riducono i costi (del 10 o 20%) e si incrementa la produttività del terreno tra il 25 e il 50%, spesso tra il 50 e il 100% e qualche volta anche di più (Uphoff, 2008).

Zhao et al. (2009) conferma l'effetto positivo dell'SRI sulla resa del riso e sull'efficienza dell'uso dell'azoto e dell'acqua. Gathorne-Hardy et al. (2013) ha mostrato che i metodi SRI hanno incrementato la produttività del terreno di un sostanziale 58% riducendo il consumo di acqua.

Allo stesso tempo, l'SRI offre opportunità importanti riduzioni di gas serra come risultato del passaggio da condizioni anaerobiche ad aerobiche nel suolo che generano meno emissioni di metano (che non sono compensate da un incremento di emissioni N<sub>2</sub>O) e ridotto consumo di elettricità usata per pompare l'acqua per l'irrigazione (Gathorne-Hardy et al., 2013; Dill et al., 2013).

Inoltre per incrementare l'efficienza della produzione del riso, includendo i requisiti di acqua per le coltivazioni, i benefici dell'SRI rendono la produzione del riso più sostenibile dal punto di vista dell'ambiente (Uphoff and Dazzo, 2016). Incrementano anche la resilienza e comunque sono un approccio fondamentale per l'adattamento ai cambi climatici (Thakur et al., 2016). La percezione del cambio climatico e la necessità di tecnologie per la conservazione dell'umidità sono un punto chiave per l'adozione del SRI, particolarmente nelle terre aride (Bezabih et al., 2016).

## IL RESTAURO DEL PAESAGGIO MIGLIORA I RISULTATI DI ACQUA PER IL FIUME TANA, KENYA

Il fiume Tana in Kenia fornisce l'80% dell'acqua potabile per Nairobi, genera il 70% dell'energia idroelettrica e irriga circa 645 km<sup>2</sup> di terreni agricoli.

The Tana River in Kenya provides 80% of the drinking water for Nairobi, generates 70% of the country's hydropower and irrigates about 645 km<sup>2</sup> of farmland. Pendii ripidi e aree adiacenti ai fiumi sono stati convertiti in agricoltura con conseguente erosione. La sedimentazione ha ridotto la capacità dei serbatoi e aumentato i costi del trattamento delle acque per Nairobi.

Un investimento di 10 milioni di dollari per la gestione di terra sostenibile sarà distribuito in 10 anni, generando un ritorno di 21,5 milioni di dollari in benefici economici in circa 30 anni. Gli interventi includono: migliore gestione delle rive, terrazzamento dei pendii collinari, rimboschimento delle terre degradate, misure per aumentare l'erba nelle fattorie e la mitigazione dell'erosione stradale. In termini di approvvigionamento idrico, la capacità di stoccaggio dei serbatoi sarà mantenuta come conseguenza della ridotta sedimentazione. Come risultato di questa azione, aumenterà il fatturato della compagnia idroelettrica. Il Nairobi City Water e Sewerage Company hanno beneficiato anche del filtraggio, del basso consumo di energia e della riduzione di costi di smaltimento dei fanghi. I benefici della ridotta sedimentazione saranno mantenuti anche attraverso i diversi scenari dei cambi climatici.

Fonte: Baker et al. (2015); TNC (2015); e Simmons et al. (2017).

tivare, o addirittura imporre, la NBS come nuova norma (discussa ulteriormente nel Capitolo 6). Il concetto e il programma cinese di "città spugna" rappresentano un buon esempio di NBS che migliora le forniture idriche urbane su larga scala, basandosi in gran parte sull'implementazione di infrastrutture verdi nei paesaggi urbani, principalmente per migliorare la disponibilità di acqua (Box 2.6).

Per quanto riguarda il sostegno all'espansione delle NBS nelle città, UNESCAP (2017), ad esempio, ha fornito un corso di e-learning a ritmo individuale su *Shifting Towards Water Infrastructure and Sustainable Cities*. Le interconnessioni tra gli SDG 6, 8, 11 e 13 sono presentate con una panoramica delle migliori pratiche, dei briefing politici, delle strategie olistiche e degli approcci per una buona governance urbana.

Questo corso è stato realizzato per sensibilizzare i politici e favorire l'utilizzo di tutti i benefici delle infrastrutture resilienti per le risorse idriche, al fine di raggiungere città inclusive, sicure e sostenibili all'interno degli obiettivi del SDG.

### 2.2.3 Energia e industria

I biocarburanti e l'energia idroelettrica sono particolarmente rilevanti in termini di NBS per l'approvvigionamento idrico nel contesto della produzione di energia. Le colture di biocarburanti utilizzano grandi quantità di acqua e possono aumentare la scarsità d'acqua tra le altre conseguenze (Mielke et al., 2010). Tuttavia, le NBS per le colture di biocarburanti sono essenzialmente le stesse di quelle per l'agricoltura, come descritto in precedenza nella sezione 2.2.1. Le applicazioni di NBS per migliorare l'approvvigionamento idrico per l'energia idroelettrica implicano essenzialmente approcci di gestione dei bacini che regolano le forniture idriche agli impianti idroelettrici (di solito tramite serbatoi) e riduzioni dei carichi sedimentari nei serbatoi per aumentare l'efficienza di accumulo delle dighe (e ridurre i costi operativi delle centrali elettriche). Il box 2.5 fornisce un caso di studio dello spartiacque del fiume Tana (Kenya), dove i benefici degli approcci NBS comprendono maggiori entrate per la società idroelettrica a seguito del miglioramento dell'approvvigionamento

idrico dal giacimento. I vantaggi delle NBS nel migliorare l'efficienza operativa delle dighe idroelettriche possono essere notevoli e rappresentano buoni esempi di come l'infrastruttura verde e grigia possano essere complementari ( riquadro 2.7).

Nel capitolo 9 del WWAP (2014), vengono forniti altri dettagli e riferimenti in merito alla relazione tra ecosistemi e nesso acqua-energia, alle possibili risposte tramite un approccio IWRM/ecosistema utilizzando strumenti come il pagamento per i servizi ambientali (PES) e alla gestione sostenibile delle dighe e degli investimenti nel bacino idrico.

L'industria investe sempre più in NBS per migliorare la sicurezza idrica per le sue operazioni. Il World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) ha raccolto alcuni casi di studio da aziende che investono in tali soluzioni (WBCSD, 2015a). Ad esempio, il Gruppo Volkswagen in Messico gestisce un impianto di produzione nella Valle di Tlaxcala a Puebla, dove l'approvvigionamento idrico è insufficiente per la popolazione in crescita della città di Puebla. La società ha collaborato con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Commissione nazionale per le aree naturali protette) per garantire un approvvigionamento idrico affidabile. L'analisi ha rilevato che il rifornimento delle acque sotterranee nella valle era altamente condizionato dalla funzionalità degli ecosistemi e che la deforestazione sui pendii vulcanici aveva aumentato il deflusso dell'acqua, riducendo così la ricarica delle falde acquifere. Più di sei anni, alberi piantati, pozzi e banchi di terra hanno aggiunto oltre 1,3 milioni di m<sup>3</sup> all'anno di acqua per la ricarica delle falde acquifere - più acqua di quella che il Gruppo Volkswagen in Messico consuma ogni anno (WBCSD, 2015b).

Nel 2013, l'Organizzazione delle Nazioni Unite per lo sviluppo industriale (UNIDO) ha guidato la Dichiarazione di Lima sullo sviluppo industriale inclusivo e sostenibile (ISID), con il Punto 7 che chiede il rafforzamento di "un sostenibile uso, gestione e protezione delle risorse naturali e dei servizi ecosistemici che essi forniscono" (UNIDO, 2013, elemento 7). Questo ha dato una spinta all'argomento, portando

## IL CONCETTO CINESE DI “CITTÀ SPUGNA”

Il governo centrale cinese ha recentemente fatto partire il progetto “città spugna” con lo scopo di migliorare la disponibilità dell’acqua nei nuclei urbani. Il concetto di “città spugna” usa una combinazione di NBS e infrastrutture tradizionali (cosiddette “grigie” o “grey”) ....

NBS and grey infrastructure to retain urban runoff for eventual reuse.

L’obiettivo del progetto è: “assorbire e riutilizzare il 70% delle acque piovane attraverso il miglioramento della permeabilità, trattenimento e accumulo, della purificazione e del filtraggio e allo stesso tempo del risparmio e riuso di queste acque. Questo obiettivo dovrebbe essere raggiunto al 20%

nelle aree urbane entro il 2020 e all’80% entro il 2030.” (Ambasciata d’Olanda in Cina, 2016, p.1).

Grazie al progetto “città spugna”, ci si aspetta che l’impatto negativo delle costruzioni di nuclei urbani su ecosistemi naturali venga mitigato.

“Lo sviluppo di soluzioni NBS distribuite in tutta la città, come i tetti verdi, le pavimentazioni permeabili e i biorimediazioni insieme con il ripristino di zone umide urbane e peri-urbane e letti di fiumi sono il cuore di questa iniziativa nazionale.” (Xu e Horn, 2017, p. 1).

Entro il 2020, 16 “città spugna” pilota saranno costruite attraverso un’area di oltre 450km<sup>2</sup> con più di 3000 progetti di costruzione ed un investimento totale di 8,65miliardi RMB (circa 1,25 miliardi di dollari USA). I risultati iniziali includono la riduzione di allagamenti urbani, miglioramento di ecosistemi relativi alle acque, sviluppo industriale e un miglioramento generale della soddisfazione dei cittadini.

Il governo centrale, di concerto con le implementazioni a livello locale, ha integrato il concetto “città spugna” nel piano regolatore urbano e per il ripristino ecologico a livello di città e distretto nelle province di Shenzhen e Guangdong.

Esempi di interventi sono i tetti verdi, le pavimentazioni e i muri permeabili insieme al ripristino ed alla rivitalizzazione di laghi e zone umide degradati per assorbire le acque piovane in eccesso. Una parte di quest’acqua è poi rilasciata tramite sistemi naturali o immagazzinata per garantirne la disponibilità per le irrigazioni e per la pulizia durante i periodi di siccità (Xu e Horn, 2017).

Contributo: UNESCAP.



Foto: © Syrnix/Shutterstock.com

all'agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, e in particolare agli obiettivi 6.4 sulla scarsità d'acqua e 6.6 sugli ecosistemi (WWAP, 2015). Questo fornisce un esempio di come le NBS sono diventate fondamentali in importanti riforme promosse dalla politica.

### 2.2.4 Combattere la desertificazione

La desertificazione è guidata da molteplici pressioni, ma il processo è il risultato diretto (se non proprio definito) dell'incapacità della terra di trattenere l'acqua, a causa del degrado del suolo. La desertificazione, il degrado del suolo e la siccità associati, come i disastri naturali, sono trattati ulteriormente nel capitolo 4, ma in questo capitolo, gli esempi delle NBS che ripristinano l'acqua nei paesaggi, incluse le falde acquifere dei terreni agricoli, sono approcci riconosciuti per combattere la desertificazione (e il degrado del suolo e la siccità) quando applicato in aree vulnerabili. Poiché il degrado dell'ecosistema è la causa alla base della desertificazione, le NBS diventano l'unico strumento per combatterlo su larga scala. Le NBS sono quindi in prima linea negli sforzi per ripristinare la produttività della terra nelle aree colpite. Ad esempio, l'UNCCD promuove la NBS come mezzo centrale per combattere il degrado del territorio (UNCCD Science-Policy Interface, 2016).

### 2.2.5 Acqua, sanificazione e igiene (WaSH – Water Sanification Hygiene)

Sebbene il contributo delle NBS al miglioramento degli esiti di WaSH sia principalmente legato alla qualità dell'acqua (vedi capitolo 3), gli obiettivi di WaSH sono molto più facilmente raggiunti quando vi è un'adeguata fornitura di acqua per tutti gli usi - domestici, industriali e agricoli - a maggior ragione se l'intervento ha prevenuto la contaminazione. Mitigare gli effetti della desertificazione, del degrado del suolo e della siccità è solo un esempio grazie al quale l'NBS sostiene i risultati di WaSH attraverso il miglioramento della disponibilità e dell'accessibilità delle risorse idriche. I benefici delle NBS spesso favoriscono le persone più svantaggiate e vulnerabili, come le comunità minoritarie, le comunità rurali e le donne. Un approccio NBS può migliorare la salute pubblica, in particolare nei paesi in via di sviluppo, contribuendo a garantire acqua potabile e servizi igienici adeguati (Brix et al., 2011).

## 2.3 L'influenza del riciclo dell'umidità relativamente alla disponibilità dell'acqua

Il Capitolo 1 (si veda la Sezione 1.3.3) evidenzia l'importante influenza dei flussi evaporativi sul riciclaggio dell'umidità regionale e globale e sulle conseguenti precipitazioni. Questa influenza sulla disponibilità di acqua può essere notevole: ad esempio, il 70% delle precipitazioni per il Bacino del Rio de la Plata in Argentina / Uruguay ha origine dall'evaporazione dalla foresta amazzonica (Van der Ent et al., 2010). Le decisioni sull'uso del suolo in un posto possono quindi influenzare in modo significativo la disponibilità di acqua in luoghi distanti. Ciò è particolarmente importante considerando che la rimozione della vegetazione ha probabilmente gli impatti più gravi sulle precipitazioni nelle aree più asciutte, contribuendo in tal modo all'aumento della scarsità d'acqua, al degrado del suolo e alla desertificazione (Keys et al., 2016).

### BOX 2.7

#### IL SERVIZIO SPARTIACQUE FORNISCE UN INCREMENTO DI CINQUE VOLTE PER L'ASPETTATIVA DI OPERATIVITÀ DELLA DIGA DELLA AZIENDA IDROELETTRICA ITAIPIU NEL BACINO DEL FIUME PARANÁ IN BRASILE

L'efficienza del generatore di energia elettrica della diga Itaipu nel terzo bacino di Paraná, situato nella parte ovest dello stato del Paraná, in Brasile al confine con il Paraguay è impattato dalla gestione del suolo nello spartiacque. I sedimenti che vanno nella diga, riducono l'immagazzinamento e riducono la durata della operatività della diga stessa, al contempo l'incremento dei costi di manutenzione e quindi della generazione dell'energia forniscono un incentivo al miglioramento della gestione dello spartiacque. Il programma "Cultivando Água Boa" (coltivare acqua buona) ha stabilito una collaborazione con i contadini per raggiungere obiettivi reciproci sostenibili. (Mello e Van Raij, 2006; Itaipu Binacional, n.d.). Una pietra miliare del programma è la collaborazione sviluppata attraverso la Federazione Brasiliana No-Till (FEBRAPDP) che include la misurazione dell'impatto della gestione delle aziende agricole attraverso un sistema di voti indicante quanto ciascuna azienda contribuisce al miglioramento delle condizioni dell'acqua (Laurent et al., 2011). Questo permette ai contadini di essere considerati "produttori d'acqua" dalla Azienda Nazionale dell'Acqua, la quale assegna un valore ai servizi sull'ecosistema generato dai contadini che partecipano al programma e li ricompensa per il loro approccio proattivo (ANA, 2011). Nel suo insieme, l'aspettativa di vita della diga è passata dalla proiezione originale di 60 anni (da quando è stata costruita) a circa 350 anni oggi. Inoltre si sono aggiunti altri benefici ambientali (per esempio la riduzione delle perdite dei nutrienti) e, molto importante, è aumentata la produttività e la sostenibilità delle aziende agricole presentando uno scenario globale tra contadini e azienda idroelettrica come un "win to win".

L'influenza di LULUC sull'umidità e le conseguenti precipitazioni, definisce lo 'spartiacque' come unità di gestione comune, indicando che dovrebbero anche essere considerati "i bacini atmosferici" - altrimenti noti come 'precipitationsheds' (Keys et al., 2016). Il Global Environment Facility supporta un programma multi-funzionale su scala paesaggistica che riconosce il ruolo fondamentale del bacino amazzonico nell'adeguamento climatico a livello regionale e globale, con un costo di investimento di 683 milioni di dollari - inclusi i co-finanziamenti (GEF, 2017). Il programma è stato finanziato per migliorare le politiche e gli investimenti nelle aree protette e la gestione integrata del paesaggio, al fine di evitare, tra le altre cose, l'alto rischio di degrado dell'ecosistema amazzonico nel suo complesso, potenziale causa di siccità o incendi. Tali eventi sarebbero immensamente difficili da fermare e avrebbero massicce conseguenze socio-economiche

grazie alla ridotta disponibilità di acqua per, tra le altre cose, l'agricoltura dipendente (situata principalmente al di fuori del bacino) e l'aspettativa di vita delle infrastrutture energetiche regionali (ad esempio dighe).

## 2.4 Le sfide per permettere alle NBS di essere pienamente applicate

Le sfide maggiori per fare in modo che le applicazioni delle NBS diventino diffuse, coinvolgendo molti attori quali autorità legislative, governi locali, industrie, aziende, agricoltori e società civile, dovrebbero:

**Facilitare politiche per l'ambiente.** Le politiche relative all'ambiente spesso non incoraggiano, anzi in alcuni casi proibiscono, le implementazioni di NBS, ma tali politiche sono necessarie per promuovere le NBS. Per esempio, in agricoltura sussidi e incentivi concessi agli agricoltori potrebbero e dovrebbero essere allineati con le loro pratiche di sostenibilità, includendo l'adozione di NBS. Inoltre le NBS dovrebbero integrarsi ulteriormente in una più ampia gamma di "buone pratiche" aziendali e sfruttarne le opportunità di "branding", entrare in nuovi mercati o spostare le percezioni dei propri clienti sulla responsabilità sociale dell'azienda (WBCSD, 2015a).

**Consapevolezza / Percezione.** Molto deve essere ancora fatto per ottenere una migliore informazione e consapevolezza delle NBS. La scarsità d'acqua e gli eventi estremi (inondazioni e siccità) creano momenti in cui la consapevolezza aumenta, aumentando l'opportunità di prendere in considerazione le opzioni NBS. La società civile è un attore fondamentale per influenzare gli ambienti politici e gli investimenti da fare ed essa può essere meglio informata. Anche le piccole e medie imprese hanno un grande impatto e devono diventare più informate e coinvolte.

**Tecnologia.** Molti aventi causa sono spesso contrari al rischio, in genere preferiscono soluzioni collaudate e provate, creando una barriera per l'adozione di soluzioni ingegneristiche alternative (non convenzionali). Dal momento che l'efficacia delle NBS varia notevolmente in base al territorio di riferimento (Burek et al., 2016), è essenziale che esse siano attentamente pianificate, progettate e costruite per aiutare gli ingegneri a scegliere al meglio e per ottenere il massimo beneficio dall'NBS selezionata. Ciò a sua volta richiede una valutazione realistica e dettagliata delle prestazioni previste durante la fase di progettazione, con conseguente analisi dei costi-benefici il più accurata possibile. Ci vuole un convincente "business case" da presentare per portare le NBS in campo, ma dopo il business case deve essere dimostrato, perché la soluzione NBS è spesso considerata "alternativa" piuttosto che principale (e risolutiva). Tuttavia, laddove le grandi aziende effettuano valutazioni dettagliate e procedono all'attuazione della NBS, i risultati possono essere significativi, come dimostrato dall'iniziativa sull'impatto idrico avviata nel 2009 da SAB-Miller in collaborazione con il World Wide Fund for Nature (WWF).<sup>9</sup> Ora che le NBS sono chiaramente più

visibili in alcuni programmi strategici, corrono il rischio di essere declassate attraverso le loro errate applicazioni in cui le prestazioni non soddisfano le aspettative. Per contrastare questo, è necessaria una base di conoscenza migliore sulle NBS, comprensiva di valutazioni scientifiche approfondite e imparziali dei loro risultati. Alcune NBS possono richiedere tempo per diventare efficaci e molti preferiscono risultati più rapidi e garantiti. Inoltre, le NBS sono anche poco integrate nelle diverse discipline coinvolte, come l'ingegneria civile, con conseguente mancanza di competenze.

**Finanziario.** Potrebbero mancare dati validi per fornire dati oggettivi relativi agli investimenti. L'NBS ha una variabilità intrinseca, a seconda della localizzazione e di altri fattori che devono essere compresi per poter ridurre il rischio dell'operazione finanziaria. Gli incentivi finanziari e il miglioramento degli strumenti basati sul mercato per l'adozione della NBS (cfr. Sezioni 5.2.2 e 6.2) contribuirebbero a rafforzare il business case e faciliterebbero il processo decisionale.

**Istituzionale.** Le NBS spesso richiedono alti livelli di cooperazione intersettoriale e istituzionale. Questa collaborazione dovrebbe essere incoraggiata per accelerare le azioni, tenendo conto della gestione delle risorse come impegno. Un ambiente politico favorevole può fare molto per promuovere la cooperazione. L'obbligo di considerare le NBS nelle scelte di investimento, ad esempio, può stimolare la cooperazione tra coloro che hanno conoscenze NBS e coloro che fanno scelte di investimento finanziario. Standard, regolamenti, linee guida e incentivi che governano le NBS non sono comuni o uniformi tra le economie nazionali. Ciò limita anche l'industria, che invece preferisce la certezza.

L'NBS chiede di migliorare gli approcci a partire dalla scala paesaggistica fino alla gestione delle risorse idriche. L'IWRM è stata un'utopia per decenni (Allan, 2003), ha spesso fallito a causa degli interessi settoriali radicati, delle barriere politiche e di governance (Jønch-Clausen, 2004) e della mancanza di responsabilità collettiva (Goldin et al., 2008). Inoltre, sebbene in teoria i principi dell'IWRM siano inclusi nelle NBS, in pratica, le NBS non sono ben integrate nelle azioni IWRM e sono spesso assenti. Ad esempio, i gestori delle risorse idriche lavorano senza consultarsi con nessuno, mentre invece è necessaria una gestione integrata della terra e dell'acqua (Bossio et al., 2010). Il concetto di gestione integrata delle risorse idriche e terrestri continua a guadagnare credito in tutto il mondo con sempre crescente enfasi sull'inclusione dei servizi ecosistemici come benefici quantificabili. Dato che le NBS sono dipendenti dalla scala e coinvolgono più servizi ecosistemici oltre alla regolazione dell'acqua, è necessario prendere in considerazione la scala di riferimento (Hanson et al., 2012). Esso richiede anche una maggiore attenzione alla gestione degli impatti del suolo e dell'uso dell'acqua sulle zone costiere e sulle risorse marine. Il modello "dalla sorgente al mare" (S2S – source to sea) (riquadro 2.8) è un approccio che promuove tali meccanismi di governance integrati su scala paesaggistica in grado di equilibrare gli obiettivi di sviluppo relativamente a tutti i settori, tenendo conto dei flussi di servizi ecosistemici e consentendo il coordinamento e l'integrazione tra i diversi obiettivi di gestione (Granit et al., 2017).

<sup>9</sup> Per maggiori dettagli, consultare [www.wwf.org.uk/updates/wwf-and-sabmiller-unveil-water-footprint-beer](http://www.wwf.org.uk/updates/wwf-and-sabmiller-unveil-water-footprint-beer).



Anche se inclusi nei principi IWRM, in pratica le NBS non sono ben integrate nell'approccio IWRM e sono spesso assenti

Tali approcci devono anche collegare i cicli dell'acqua, la gestione dei rifiuti e l'energia (FAO, 2014c).

## 2.5 Le NBS, la disponibilità di acqua e l'SDG

L'uso non sostenibile delle risorse riduce in maniera trasversale gli SDG degli stati coinvolti, così come la non disponibilità di acqua. Senza acqua sufficiente, la maggior parte del progresso economico e sociale è limitata. L'UN-Water (2016a) ha analizzato l'acqua e i collegamenti idrici e igienico-sanitari attraverso gli SDG e i loro obiettivi. Le NBS per la disponibilità di acqua contribuiscono al raggiungimento di tutti gli obiettivi dell'SDG 6 (sull'acqua) che a loro volta si traducono in benefici per la disponibilità di acqua in generale. Esistono, tuttavia, molti approcci alla gestione della disponibilità idrica oltre alle NBS, attraverso la gestione della domanda, il miglioramento della qualità dell'acqua e il riutilizzo e il miglioramento dell'infrastruttura grigia. I collegamenti tra NBS e SDG per la qualità dell'acqua e la riduzione del rischio di indisponibilità sono trattati rispettivamente nei capitoli 3 e 4, mentre il capitolo 7 fornisce una valutazione generale delle opportunità complessive. Il fatto che così tanti SDG siano interconnessi da questioni legate all'acqua rende difficile isolare le NBS applicate per la scarsità d'acqua dalla loro azione più ampia relativa alla gestione del territorio e delle risorse idriche. Questa sezione, pertanto, evidenzia solo alcune delle aree in cui l'NBS offre opportunità promettenti per affrontare la disponibilità di acqua rispetto ad altre opzioni, tenendo sempre presente la complessità di questo argomento.

Il più grande potenziale per le NBS per migliorare la disponibilità di acqua rispetto ad altre opzioni, è in agricoltura, attraverso guadagni di efficienza dei sistemi di irrigazione. Si tratta quindi di un elemento chiave per raggiungere l'SDG 2 ("Risolvere il problema della fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare l'alimentazione e promuovere un'agricoltura sostenibile") e in particolare uno strumento fondamentale per raggiungere l'obiettivo 2.4 ("... garantire sistemi di produzione alimentare sostenibili e attuare pratiche agricole resilienti che aumentino la produttività e la produzione, che aiutino a mantenere gli ecosistemi, che rafforzino la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, alle condizioni meteorologiche estreme come siccità, inondazioni e altri disastri e che migliorino progressivamente la qualità del suolo"). Esso è inoltre alla base del raggiun-

gimento di altri obiettivi in SDG 2 che, a loro volta, portano altri miglioramenti per il benessere umano (inclusi salute, riduzione della povertà e sostenibilità ambientale). Le NBS, rispetto alle opzioni alternative, costituiscono la soluzione più promettente per risolvere il problema della disponibilità di acqua nelle (e per le) aree urbane e sta pertanto contribuendo all'SDG 11 ("Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili"). I benefici delle NBS per la disponibilità di acqua e, in particolare, la loro capacità di migliorare gli impatti esterni dell'agricoltura sugli ecosistemi, offrono importanti opportunità per apporare importanti contributi a SDG 12 ("Garantire modelli di consumo e produzione sostenibili") e a SDG 15 ("Proteggere, ripristinare e promuovere l'uso sostenibile degli ecosistemi terrestri, gestire in modo sostenibile le foreste, combattere la desertificazione e arrestare e invertire il degrado del territorio e arrestare la perdita di biodiversità"). Da sottolineare che l'NBS è lo strumento più attuabile per combattere la desertificazione e quindi raggiungere l'Obiettivo 15.3 ("Combattere la desertificazione, ripristinare la terra e il suolo degradati, compresi i terreni colpiti da desertificazione, siccità e inondazioni, e sforzarsi di raggiungere un mondo neutrale che combatta il degrado del territorio"). Mentre le NBS attenuano gli impatti nelle aree costiere e marine, offre anche un potenziale significativo per raggiungere l'SDG 14 ("Conservare e utilizzare in modo sostenibile gli oceani, i mari e le risorse marine"). Poiché la maggior parte delle NBS comporta il miglioramento della resilienza del sistema e in molti casi l'aumento dell'accumulo di carbonio (in particolare attraverso la gestione del suolo e della vegetazione), esse contribuiscono in modo significativo all'SDG 13 ("Agire urgentemente per combattere i cambiamenti climatici e i relativi impatti").

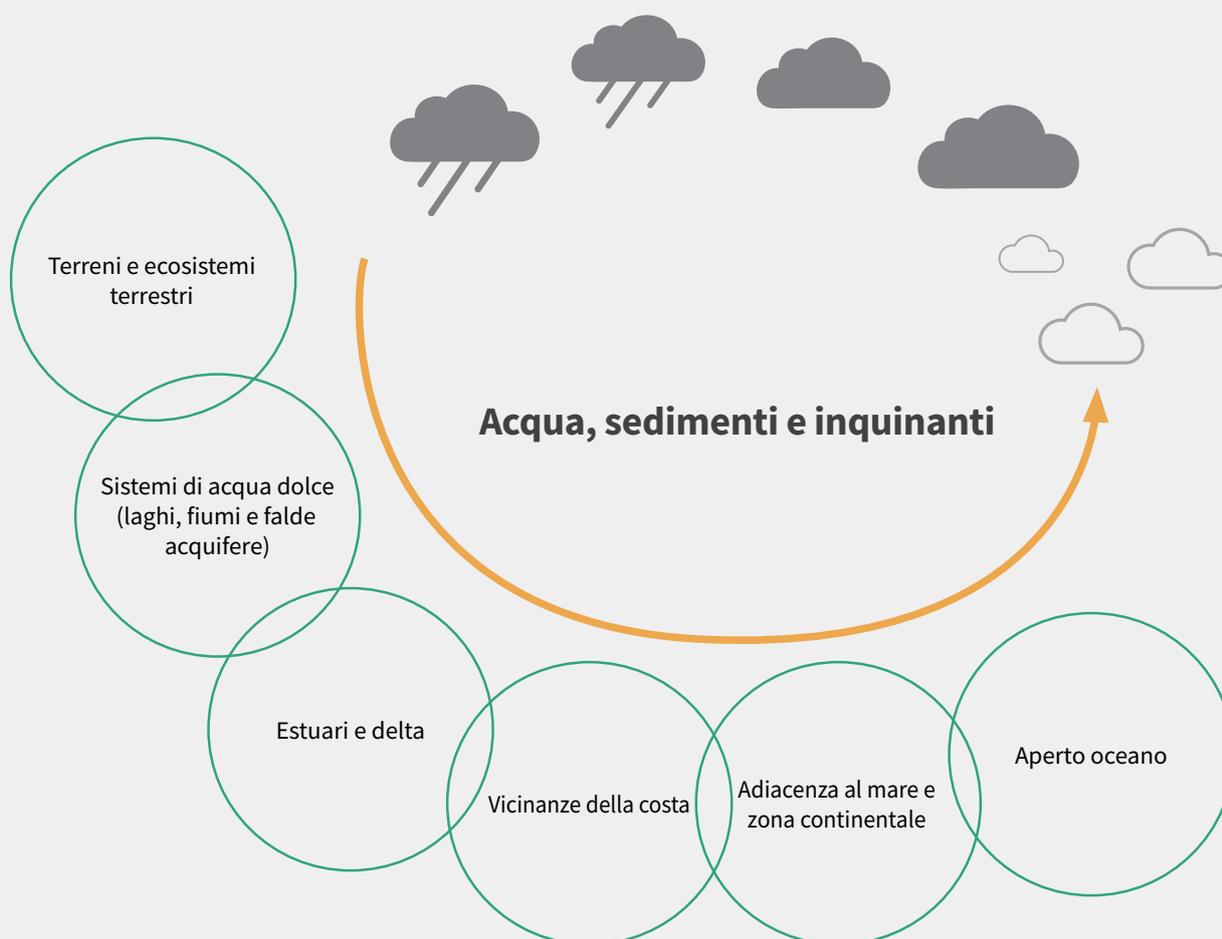
Si potrebbero evidenziare molte altre interconnessioni, alcune anche con un elevato potenziale per l'applicazione di NBS per ottenere la disponibilità di acqua. Questo argomento è esaminato ulteriormente nel capitolo 7. Ai fini attuali, si conclude soltanto che l'NBS ha un potenziale molto promettente per contribuire al raggiungimento degli SDG, in combinazione o in alternativa ad altri approcci.

## L'APPROCCIO S2S (SOURCE TO SEA - DALLA SORGENTE AL MARE)

L'approccio "source to sea" (dalla sorgente al mare -S2S) integra e tiene conto delle interdipendenze tra le terre a monte, la gestione delle acque e le terre a valle con la relativa qualità di aree dei delta dei fiumi e zone costiere. Tutte aree interconnesse attraverso superfici, flussi di superficie, fiumi, canalizzazioni e infrastrutture. L'S2S considera le interfacce dinamiche fra terra e oceani – che riguardano uno sviluppo chiave e la sfida ambientale dei nostri tempi – per indirizzare la crescente pressione e degrado delle risorse (terre e acque) che influenzano, nello specifico, i poveri che non possono compensare durante l'adozione di soluzioni più costose.

Le comunità ai piedi delle montagne spesso non sono capaci di gestire o influenzare questi fattori. Inoltre, i paesi che condividono spartiacque richiedono una vicina collaborazione internazionale per consolidare gli accordi riguardo la gestione di terre e acque, che assicura consegne a lungo termine di flussi d'acqua di oltre confine rispetto la qualità richiesta. S2S fornisce un approccio alla gestione di queste minacce, visto che tiene conto degli usi dell'acqua e della terra sia in altopiano che in pianura, come anche dei bisogni di chi dipende dalle risorse costiere e marine.

**Figura |** Flussi fondamentali di acqua, sedimenti, inquinanti e materiale collegano segmenti geografici diversi dal S2S (dalla sorgente al mare – Source 2 Sea)



Fonte: adattamento da Granit et al. (2017, fig. 1, p. 5).

# 3

## NBS PER LA GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL'ACQUA



UN Environment | Elisabeth Mullin Bernhardt

UNESCO-IHP | Sarantuyaa Zandaryaa, Giuseppe Arduino and Blanca Jiménez-Cisneros

**Con il contributo di:** UNIDO Industrial Resource Efficiency Division and John Payne (John G. Payne & Associates Ltd); Sara Marjani Zadeh (FAO); Michael McClain and Ken Irvine (IHE Delft); Mike Acreman and Christophe Cudennec (IAHS); Priyanie Amerasinghe and Chris Dickens (IWMI); Emmanuelle Cohen-Shacham (IUCN); Tatiana Fedotova (WBCSD); Christopher Cox (UN Environment GPA); Maija Bertule (UNEP-DHI); David Coates and Richard Connor (WWAP); Emily Simmons and Jorge Gastelumendi (TNC); and Maria Teresa Gutierrez (ILO)

Zona umida costruita artificialmente per il trattamento delle acque reflue



### 3.1 Problemi della qualità idrica, ecosistemi e sviluppo sostenibile

I seri problemi dell'inquinamento dell'acqua e una qualità idrica in via di deterioramento a livello mondiale comportano rischi per la salute umana e dell'ecosistema, mentre si riduce parallelamente la disponibilità di fonti d'acqua dolce per soddisfare i bisogni umani, così come l'abilità degli ecosistemi legati all'acqua di fornire beni e servizi, inclusa la naturale purificazione dell'acqua. Determinati dalla crescita demografica e dall'urbanizzazione, dall'industrializzazione, dall'espansione e l'estensione dell'agricoltura, gli impatti del cambiamento climatico sono una prova di come una peggiore qualità dell'acqua dolce sia più diffusa (vedi il Prologo). Particolarmente attinente è l'inquinamento degli ecosistemi d'acqua dolce e, ultimamente, degli ecosistemi marini e costieri. I principali tipi di sostanze inquinanti includono sostanze chimiche e nutritive. L'incremento dei livelli di salinità e l'innalzamento del livello delle acque e delle temperature dell'aria possono avere, inoltre, impatti significativi (UNEP, 2016<sup>o</sup>). La perdita globale di zone umide d'acqua dolce, le quali hanno una capacità unica di filtrare e migliorare la qualità dell'acqua, è di particolare attinenza; si stima che il 64-71% dell'estensione della zona umida si è persa dal 1900 (Davidson, 2014).

Il deflusso agricolo è la principale fonte del carico di sostanze nutritive e di altri agenti inquinanti, come i pesticidi. Una gestione inadeguata degli sprechi d'acqua municipali e industriali rappresentano un'altra causa importante dell'inquinamento idrico (UNESCO, 2015a), in particolare nei paesi dal reddito basso, in cui solo circa l'8% di questo tipo di acque reflue subisce trattamenti di ogni tipo (Sato et al., 2013).

Un'igiene gestita in maniera rischiosa ha condotto alla contaminazione delle fonti di acqua potabile da parte di agenti patogeni, causando malattie trasmissibili per via idrica (UNEP, 2016a). Il deflusso di acqua piovana urbana, gli effluenti da industrie minerarie ed estrattive, inclusi i rifiuti industriali, il carico di sedimenti e il trasporto di rifiuti solidi nei corpi idrici, inoltre, hanno impatti diretti sulla qualità delle acque, sia di quelle in superficie, che quelle delle falde acquifere, causando a volte un grave inquinamento chimico e di metalli pesanti. Agenti inquinanti

Il declino della qualità dell'acqua e l'incremento dell'inquinamento dell'acqua ostacoleranno la prospettiva del raggiungimento di molti degli SDG, come anche altri accordi internazionali.

emergenti (inclusi gli antibiotici, gli ormoni e altri prodotti parafarmaceutici, i prodotti per la cura personale, gli agenti chimici domestici e industriali) presentano nuove problematiche per la qualità dell'acqua. Per esempio, agenti patogeni multiresistenti presenti nell'acqua e perturbatori endocrini potrebbero porre rischi significativi alla salute umana e agli ecosistemi (UNESCO, 2015b). Dati specifici sull'estensione dell'inquinamento e sul peggioramento della qualità idrica sono spesso assenti, amplificando ulteriormente i problemi relativi alla gestione della qualità idrica (UN-Water, 2016a).

Anche il cambiamento climatico contribuisce al peggioramento della qualità dell'acqua, incidendo sulla quantità di acqua stagionale disponibile (o sulla sua mancanza) e sulla sua temperatura, modificandone parametri fisico-chimici e biologici (Delpla et al., 2009). Inondazioni più frequenti e intense possono condurre alla dispersione degli agenti contaminanti attraverso il deflusso, mentre l'innalzamento del livello del mare può condurre a una più alta salinità dell'acqua. Maggiore scarsità idrica e cambiamenti al ciclo idrologico colpiscono l'estensione territoriale, la produttività e la funzione degli ecosistemi d'acqua dolce, inclusa la loro abilità di fornire servizi ecosistemici, con effetti che spesso raggiungono aree a valle o aree costiere (Parry et al., 2007). I cambiamenti alle precipitazioni e alla portata, che abbassa la quantità o la disponibilità dell'acqua, conducono direttamente alla riduzione della qualità idrica (Finlayson et al., 2006). I livelli di minore qualità idrica che risultano, in effetti, sono essi stessi una forma di scarsità, poiché l'acqua non è più direttamente utilizzabile per molti usi produttivi (Aylward et al., 2005).

Il peggioramento della qualità dell'acqua si traduce direttamente in rischi ambientali, sociali ed economici, che incidono sulla salute umana, limitano la produzione di cibo, riducono la funzionalità dell'ecosistema e ostacolano la crescita economica (UNESCO, 2015a). La qualità idrica è pertanto centrale per il concetto di sviluppo sostenibile, che ha portato all'azione in prima linea, attraverso l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile e gli SDG (Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile), maggiormente argomentati nel dettaglio nella Sezione 3.5, a seguire. Il peggioramento della qualità idrica e l'aumento dell'inquinamento dell'acqua ostacoleranno la prospettiva di raggiungere molti degli Obiettivi dello Sviluppo Sostenibile (SDG), così come altri accordi internazionali, ad esempio gli Obiettivi Aichi sulla Biodiversità.

## 3.2 Le NBS per il mantenimento o il miglioramento della qualità idrica

### 3.2.1 Proteggere la qualità idrica alla fonte

Bacini idrici salubri raccolgono, conservano, filtrano e forniscono acqua a comunità di tutte le misure. La protezione delle fonti idriche riduce i costi del trattamento idrico per i fornitori urbani, contribuisce a un migliore accesso ad acqua potabile sicura presso le comunità locali e può potenzialmente fornire acqua di qualità, idonea per altri usi, come l'irrigazione agricola.

I potenziali benefici della protezione dei bacini idrici al fine di migliorare la qualità dell'acqua disponibile per gli insediamenti umani, e in particolare le città, sono enormi. Per esempio, un recente esercizio di modellazione condotto da Abell et al. (2017) ha stimato che la tutela della terra e/o attività di ripristino (come la protezione delle foreste, il rimboschimento e l'uso di colture di copertura in agricoltura) potrebbero portare al 10% (o più) della riduzione di sedimenti e nutrienti (fosforo) nei bacini idrici, che al momento coprono il 37% della superficie terrestre, escludendo i ghiacciai (4.8 milioni di km<sup>2</sup>). Più di 1.7 miliardi di persone (metà della popolazione urbana mondiale), che vivono in 4.000 città nell'area coperta da questo studio, potrebbero potenzialmente beneficiare di una migliore qualità dell'acqua, come risultato delle NBS applicate ai loro bacini idrici sorgivi, incluse le "780 milioni di persone che vivono presso i bacini idrici collocati in paesi che occupano l'ultimo decimo percentile dell'Indice di Sviluppo Umano (fino al 2014)" (Abell et al., 2017, p. 71).

Le foreste, i bacini idrici e le praterie, così come i suoli e le colture, se ben gestiti, forniscono "infrastruttura verde" d'alto valore per rafforzare la protezione dell'acqua sorgiva. Giocano un ruolo importante nella regolazione dei flussi d'acqua e nel mantenimento della qualità idrica, riducendo i carichi di sedimenti, attraverso la prevenzione dell'erosione del suolo, catturando e trattenendo gli agenti inquinanti (UNEP-DHI/IUCN/TNC, 2014). Le riserve boschive ripariali servono a prevenire l'inquinamento dei fiumi e al contempo offrire ombra che aiuta a ridurre l'inquinamento termico (Parkyn, 2004). Le praterie sono ampiamente usate per gestire la qualità dell'acqua e a volte possono fornire acqua di qualità superiore a quella delle foreste (Capitolo 1). Bacini idrici a monte possono apportare, inoltre, significativi benefici alla qualità idrica, per via della loro abilità naturale a facilitare la filtrazione delle acque reflue e l'assorbimento degli agenti inquinanti (TEEB, 2011).

Recuperare i territori, in particolare ripristinando la funzionalità nei sistemi agricoli, è un approccio attualmente diffuso e promosso su larga scala. Non è solo efficace nel miglioramento della qualità idrica, ma fornisce, inoltre, benefici multipli (Riquadro 3.1).

Interventi di gestione di varie terre per proteggere o ripristinare bacini sono disponibili e generalmente adottati insieme, in base alle circostanze locali (Tabella 3.1). Di solito sono supportati da diversi incentivi, finanziari e non, come ad esempio i modelli di pagamenti per i servizi ambientali (PES) (vedi la Sezione 5.2.2), l'uso frequente di partenariati innovativi tra pubblico e privato, come i vari fondi idrici (Riquadro 3.6), che operano in molte nazioni.

Misure di protezione dell'acqua sorgiva a carattere naturale

## IL PROGRAMMA DI CONSERVAZIONE E RISERVA PER PROTEGGERE LA QUALITÀ DELL'ACQUA IN USA

Il Conservation Reserve Program (CRP) del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (USDA) punta a rimuovere dall'utilizzo agricolo tutti i terreni privati con una significanza ambientale e a ristabilire prati e alberi per proteggere la qualità dell'acqua, ridurre l'erosione e aumentare l'habitat naturale della fauna selvatica. A partire da Agosto 2016, quasi 100,000 km<sup>2</sup> sono stati inclusi nel contratto CRP.

La partecipazione dei contadini nel programma è volontaria, siccome comprende interventi sulla terra che loro possiedono legalmente.

I contadini offrono la loro terra per iscriversi al programma e la Farm Service Agency valuta e classifica le offerte utilizzando un indice di benefici ambientali. I fattori considerati includono i benefici della copertura dell'habitat naturale della fauna selvatica, i benefici della qualità dell'acqua dalla ridotta erosione, formazione di percolato e scolo, i benefici delle fattorie per effetto della ridotta erosione, benefici duraturi, benefici sulla qualità dell'aria e costi. In cambio, i contadini che partecipano ricevono l'affitto e un'assistenza per la condivisione dei costi in contratti che vanno dai 10 ai 15 anni. Le rate dell'affitto sono pagate annualmente e basate sulle tariffe locali di affitto per le terre destinate all'agricoltura. L'assistenza per la condivisione dei costi è disposta a pagare fino al 50% dei costi dello stabilire pratiche approvate per raggiungere l'obiettivo di conservazione. Ogni anno il programma frutta circa 2 miliardi di dollari americani ai contadini in affitti e divisione dei costi.

È stato dimostrato che il programma riduce il deflusso di azoto e fosforo dalle fattorie di più del 90% e 80% rispettivamente. Più di 110,000km<sup>2</sup> di territori umidi sono stati ripristinati e l'erosione del suolo ridotta di 180 milioni di tonnellate all'anno. In più, il sequestro di carbone è calcolato ad una media di 49 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti ogni anno. Questo approccio migliora la resilienza, sostenibilità e produttività delle fattorie.

Sources: USDA Farm Service Agency (2008; 2016).

Contributed by Michael McClain (IHE Delft).

sono spesso meno costose della gestione degli impatti a fondo valle (es. il trattamento dell'acqua al momento dell'utilizzo; vedi il Capitolo 6). Una qualità più alta dell'acqua sorgiva si traduce in risparmi di costi per il trattamento idrico (Gartner et al., 2013) e in costi capitali per l'espansione o la costruzione di nuovi impianti di trattamento potenzialmente evitati (TEEB, 2009).

### 3.2.2 Ridurre gli impatti dell'agricoltura sulla qualità idrica

I due sentieri attraverso cui l'agricoltura influenza la qualità dell'acqua passano per un inquinamento diffuso e non diffuso. L'inquinamento da fonti non diffuse, come gli impatti degli scarti acquiferi non trattati (o trattati in maniera insufficiente), provenienti da allevamenti intensivi o da impianti di trasformazione alimentare, appartiene più al regno delle operazioni industriali ed è affrontato dalla Sezione 3.2.4.

L'inquinamento da fonti diffuse, di origine agricola, resta il problema di gran lunga più grande a livello mondiale, includendo le nazioni sviluppate (vedi il Capitolo 1). A ogni modo, è anche uno dei più soggetti all'azione delle Soluzioni Naturali (NBS). L'inquinamento da questa fonte nasce principalmente per due cause legate tra loro (FAO, 2011b). Innanzitutto, l'eccessiva applicazione di agenti agrochimici che, conseguentemente, si infiltrano nelle falde acquifere o nel deflusso dell'acqua di superficie, spesso incoraggiati da sovvenzioni inopportune. Una seconda causa è data dalle "moderne" tecniche agricole meccaniche, e in particolare dalla rimozione della vegetazione e dall'aratura intensificata, che deteriora l'ecosistema nello strato del suolo/vegetazione e riduce la sua abilità di apportare molti servizi ecosistemici, importanti per mantenere la qualità idrica. Per esempio, il ridotto ciclo nutritivo dei suoli conduce a una maggiore lisciviazione e deflusso dei fertilizzanti e a una ridotta efficienza dell'azio-

ne dei fertilizzanti, che a sua volta promuove una maggiore applicazione dei fertilizzanti stessi, per compensare la scarsa efficacia. In maniera simile, un minor numero di parassiti e i servizi di regolazione delle malattie nei territori agricoli incoraggiano un'applicazione maggiore di pesticidi, che in cambio erodono l'ecosistema attraverso impatti su organismi che non dovrebbero essere colpiti, promuovendo così una maggiore applicazione dei pesticidi. Esporre un terreno brullo agli agenti esterni nei sistemi agricoli, in particolare sui pendii, aumenta drasticamente l'erosione e i conseguenti impatti sulla qualità idrica (vedi il Capitolo 1). Questi impatti perpetuano un ciclo dannoso e costoso che va contro gli interessi dei contadini: essi non traggono benefici dalla perdita di fertilizzanti e/o pesticidi dai loro campi, anzi ne pagano le conseguenze, pertanto i contadini riconoscono l'importanza di preservare il suolo sulle loro fattorie, per la loro stessa possibilità di sostentamento. È ormai ben consolidato che il concetto di intensificazione ecologica sostenibile sia l'approccio chiave, che permetterà all'agricoltura di aumentare la sua produzione, diventando al contempo più sostenibile (FAO, 2011b; 2014b). Ciò coinvolge essenzialmente il ripristino di servizi ecosistemici nei territori, per rafforzare gli aumenti di produttività sostenibile, arginando simultaneamente gli impatti esterni, entro limiti accettabili. Una qualità dell'acqua migliorata sarà uno di questi importanti benefici.

Si è verificato un notevole progresso in questo approccio negli ultimi anni, favorito dal fatto che i contadini, attraverso una migliore produttività e sostenibilità dell'azienda agricola, insieme ad altri gruppi di azionisti, possono ricavare benefici reciproci. Per esempio, l'"**agricoltura di conservazione**", che incorpora pratiche mirate alla minimizzazione dell'alterazione del terreno, al fine di garantire un livello di copertura del suolo permanente e una regolare rotazione delle colture, è uno degli approcci principali verso l'intensificazione della produzione sostenibile, la cui adozione si

**Tabella 3.1** Categorie di attività di protezione per le sorgenti di acqua

Attività di protezione della sorgente di acqua	Descrizione	Attività di protezione della sorgente di acqua	Descrizione
Protezione di territori selezionati	<p>La protezione mirata del territorio è un termine che comprende in generale tutte le attività di conservazione intraprese per proteggere ecosistemi mirati, come foreste, praterie o zone umide. Agroforesti (agroforests) - dove alberi o arbusti sono coltivati tra colture o pascoli - potrebbero anche essi far parte della selezione.</p> <p>La protezione mirata del territorio viene generalmente intrapresa come misura preventiva che riduce il rischio di impatti ambientali negativi in futuro, ad esempio attraverso l'aumento dei carichi di sedimenti o nutrienti che possono derivare dal cambiamento dell'uso del suolo. Di conseguenza, questi tipi di attività di conservazione differiscono da quelli che si concentrano sulla riduzione dell'attuale carico di inquinanti.</p>	Migliori pratiche di gestione dei ranch (BMP)	<p>Le BMP di allevamento sono cambiamenti nelle pratiche di gestione della terra nei ranch che possono essere indirizzate verso il raggiungimento di molteplici risultati ambientali positivi. "Silvopastorizia" è la pratica di combinare alberi con foraggio e bestiame.</p> <p>Le BMP nei ranch sono normalmente implementate per mantenere o migliorare la qualità dell'acqua e del suolo attraverso il miglioramento delle pratiche di gestione del pascolo, delle strutture (ad esempio strade di accesso, recinzioni, stabilizzazione del grado) o trattamenti della terra (ad es. trattamenti sul campo). Questi tipi di miglioramenti in genere cercano di ridurre i carichi di sedimenti e nutrienti (ad esempio fosforo, azoto), nonché i patogeni potenzialmente nocivi dai rifiuti di bestiame.</p>
Ripristino della vegetazione	<p>Il ripristino della vegetazione si traduce nel ripristino di foreste naturali, praterie o altri habitat attraverso la semina (semina diretta) o consentendo la rigenerazione naturale; include il rimboschimento dei pascoli (ripristino delle foreste attive o passive sui pascoli).</p> <p>Il ripristino della vegetazione restituisce alla natura la propria capacità di: 1) mantenere il suolo in posizione e ridurre l'erosione, 2) filtrare naturalmente gli inquinanti dalla terra e 3) aiutare il deflusso grazie all'infiltrazione dell'acqua nel terreno.</p>	Gestione del rischio di incendio	<p>La gestione dei rischi di incendio comporta l'implementazione di attività di gestione che riducono i combustibili forestali e quindi riducono il rischio di incendi catastrofici. Conosciuto anche come "riduzione del combustibile forestale", la gestione del rischio di incendio mira a raggiungere gli obiettivi di riduzione del combustibile attraverso assottigliamento meccanico e/o combustioni controllate. La gestione del rischio di incendio è generalmente impiegata in aree in cui le foreste sono soggette a incendi catastrofici. L'improvvisa rimozione della copertura forestale e il danneggiamento della copertura del suolo a causa di un incendio possono essere particolarmente problematici quando questo è seguito da un forte temporale, in quanto questi eventi possono causare l'erosione su larga scala di colline non protette. Di conseguenza, simile alla protezione del territorio, la gestione del rischio di incendio mira sia a preservare l'integrità delle foreste sane che a ridurre il rischio futuro di aumento dei sedimenti e dei trasporti di nutrienti.</p>
Ripristino delle zone rivierasche	<p>La sistemazione rivierasca comporta il ripristino di un habitat naturale che si trova sull'interfaccia tra terra e acqua lungo le rive di un fiume, un corso d'acqua o un lago. Queste strisce sono talvolta indicate come "tamponi ripariali" (o rivieraschi appunto).</p> <p>Le zone rivierasche comprendono l'area in cui la terra e il fiume, il torrente e il lago si interfacciano. La sistemazione rivierasca cerca di ristabilire le funzioni rivierasche e i relativi collegamenti fisici, chimici e biologici tra ecosistemi terrestri e acquatici (Beschta e Kauffman, 2000). Le caratteristiche chiave delle aree ripariali sane sono gli alberi nativi con radici profonde e leganti il terreno.</p> <p>Erba e arbusti sono anche importanti coperture del suolo e bio-filtri. I tamponi rivieraschi sono particolarmente importanti in quanto rappresentano l'ultima difesa contro gli agenti inquinanti che si riversano nei flussi di acqua. Possono fornire un habitat da proteggere sul bordo dell'acqua e, grazie all'ombreggiatura, possono aiutare a ridurre le temperature dell'acqua. La regolazione della temperatura ha importanti implicazioni per la capacità dell'acqua di mantenere livelli adeguati di ossigeno disciolto, può essere fondamentale per la sopravvivenza delle specie acquatiche ed è legata alla ridotta incidenza di proliferazioni di alghe (Halliday et al., 2016).</p>	Ripristino e creazione di zone umide	<p>Il ripristino e la creazione di zone umide comporta il positivo ripristino dell'idrologia, delle piante e dei terreni delle zone umide precedentemente degradate o che sono state prosciugate, coltivate o comunque modificate. Oppure l'installazione di una nuova zona umida per compensare le perdite nelle zone umide o per imitare le funzioni naturali delle zone umide. Le zone umide sono aree in cui l'acqua copre il suolo tutto o per buona parte del tempo. Le zone umide proteggono e migliorano la qualità delle acque, forniscono habitat per pesci e fauna selvatica, immagazzinano le acque dalle inondazioni e mantengono il flusso idrico superficiale durante i periodi di siccità. Di conseguenza, la natura olistica del ripristino delle zone umide, compresa la reintroduzione degli animali, è importante. Tipicamente, viene creata una zona umida attraverso lo scavo di terreni montuosi ad altitudini che sosterranno la crescita delle specie delle zone umide attraverso un'appropriata idrologia. Le zone umide possono essere installate o ripristinate tramite diversi approcci, come la rimozione di piastrelle di drenaggio sotterraneo, l'installazione di dighe o il collegamento di fossati aperti.</p>
Migliori pratiche di gestione dell'agricoltura (BMP)	<p>Le BMP agricole sono cambiamenti nella gestione dei terreni agricoli che possono essere indirizzati verso il raggiungimento di molteplici risultati ambientali positivi.</p> <p>Esiste un'ampia varietà di BMP agricole, tra cui pratiche come colture di copertura, lavorazione conservativa, applicazione di fertilizzanti di precisione, efficienza dell'irrigazione, agricoltura di contorni e agroforestazione (agroforests). Nel contesto dei fondi idrici esistenti, le pratiche agricole biologiche sono principalmente in riferimento alla modifica delle pratiche di gestione della terra sulle terre coltivate, in particolare quelle incentrate sulla riduzione dell'erosione e del deflusso dei nutrienti. Queste pratiche possono aiutare a proteggere gli approvvigionamenti di acqua potabile, nonché a proteggere altre funzioni come la ricreazione, l'habitat degli animali, la pesca e gli usi agricoli come l'irrigazione.</p>	Gestione delle strade	<p>La gestione stradale prevede l'implementazione di una serie di tecniche di prevenzione e mitigazione che mirano a ridurre gli impatti ambientali delle strade, compresi gli impatti relativi agli effetti negativi su suolo, acqua, specie viventi e habitat naturali. Gli effetti ambientali delle strade includono terreni sfollati e compattati; condizioni alterate che modificano il pH del suolo, la crescita delle piante e la struttura della comunità vegetativa; morfologie di terra riconfigurate che possono comportare cambiamenti nei regimi idrologici e/o l'aumento del numero e dell'estensione delle frane e dei flussi di detriti, che possono influire sui sistemi terrestri e acquatici. Le tecniche di mitigazione per la gestione delle strade possono includere azioni a livello di sito per ridurre l'erosione e migliorare gli attraversamenti stradali o l'implementazione di strade per la gestione degli accessi, provvedendo alla chiusura e alla dismissione di quelle superflue.</p>

Fonte: adattamento da Abell et al. (2017, tabella 2.4, p.39).

Nella maggior parte dei casi, le infrastrutture tradizionali e naturali (green) possono e dovrebbero lavorare insieme

sta rapidamente diffondendo (vedi il Capitolo 2, Riquadro 2.3). Questo approccio è multifunzionale, ma uno dei suoi più importanti benefici è una migliore qualità dell'acqua attraverso un migliore ciclo nutritivo e, di conseguenza, un minore uso di fertilizzanti e una minore erosione del suolo. Una gamma di altri interventi di gestione a carattere naturale è ampiamente adottata per ridurre gli impatti dell'agricoltura sulla qualità dell'acqua, ad esempio:

**L'erba ripariale e le riserve arboree** lungo le sponde dei fiumi e dei laghi costituiscono un approccio comune e conveniente nella riduzione del deflusso di nutrienti e sedimenti dal terreno agricolo all'ecosistema acquatico. Queste aree coperte di vegetazione hanno ben sviluppato degli apparati radicali, uno strato superficiale organico e una vegetazione sotto-boschiva. Questi fungono da filtri fisici e biologici sia per l'acqua di deflusso che per i sedimenti, che potrebbero essere carichi di nutrienti e altri prodotti agro-chimici.

**I bordi campestri** e le strisce di riserve, che sono delle fasce coperte di vegetazione lungo i campi agricoli, possono aiutare a ridurre l'inquinamento dell'acqua, proveniente dai terreni coltivati (Riquadro 3.2), arrestando il trasporto di sedimenti e nutrienti nel deflusso terrestre e incrementando l'infiltrazione, al fine di minimizzare il volume di deflusso, eventualmente trasportato dai corsi d'acqua.

I corsi d'acqua vegetativi (strisce di riserva umide e altri tipi di zone umide) sono canali di drenaggio che restano al di sotto della copertura della vegetazione, dove il deflusso convogliato dai campi è filtrato dai sedimenti, nutrienti e altri prodotti agrochimici, attraverso il contatto fisico con la vegetazione e l'effetto filtrante del sottosuolo e del suolo sottostante, nel canale.

Nella maggior parte dei casi, l'efficacia di questi interventi dipende dal tipo di vegetazione e da altri fattori, come la velocità di deflusso e i tassi di infiltrazione, così come la tutela dall'erosione o l'ostruzione dei sedimenti, nel caso dei canali di drenaggio.

**I bacini di controllo idrico e sedimentale** (generalmente sopra pendii terreni più ripidi) sono progettati per deviare il deflusso e trattenere e rilasciare l'acqua temporaneamente, attraverso un canale di scolo o per mezzo dell'infiltrazione. Essi contribuiscono a ridurre i flussi terrestri erosivi, che potrebbero contenere sedimenti e nutrienti, permettendo una maggiore infiltrazione. Una tipologia di tali bacini comunemente usata è quella dei bacini di trattenimento a secco, che sono depressioni erbose o bacini creati da scavi, entro cui viene canalizzato il deflusso, il quale

facilita la lenta filtrazione dell'assorbimento di sedimenti e nutrienti da parte della vegetazione. Un'altra tipologia è costituita dalle strutture di bioritenzione, che sono generalmente buche riempite di terra, concime e vegetazione, usate per trattenere il deflusso per l'infiltrazione attraverso le componenti dello strato filtrante, in dipendenza con le reazioni biologiche e biochimiche nella matrice del suolo e attorno alle zone radicali delle piante.

**Le zone umide** nei territori agricoli sono efficaci nella riduzione dei nutrienti e dei carichi di sedimenti sospesi, provenienti dalle aree agricole e diretti verso le acque recipienti a valle. Sono inoltre efficaci nel fornire mosaici di habitat e nell'offrire vari servizi eco sistemici, insieme ai benefici della funzione del territorio. Uno studio sulle zone umide delle aziende agricole nel Regno Unito (UK) e in Irlanda (Newman et al., 2015) ha dimostrato come tutti i tipi di sistemi di zone umide agricole, a eccezione del nitrato, nei sistemi di zone umide costruiti in maniera integrata (sistemi aperti a vasche), offrono alti livelli di rimozione totale di molti agenti inquinanti, inclusi l'azoto, l'ammonio/ammoniaca, il nitrato e il nitrito, il fosforo reattivo solubile, i solidi sospesi ed eliminando anche la domanda chimica e biologica di ossigeno. Gli acquitrini agricoli, comunque, richiedono un'accurata pianificazione e una tutela per attuare la loro ottima funzione, progettata per un periodo di tempo prolungato.

**L'ecoidrologia** (vedi Capitolo 1, Box 1.1) è un approccio che integra la considerazione dell'interazione dell'acqua-biota, su scala molecolare e di bacini, usando molti degli approcci sopra citati, tra gli altri, per potenziare i modi in cui l'acqua è gestita nei territori. È specialmente rilevante per la riduzione dell'inquinamento dall'agricoltura (UNESCO, 2016).

### BOX 3.2

#### MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ACQUA ATTRAVERSO L'UTILIZZO DI AREE DI STOCCAGGIO NEI CAMPI IN EUROPA

I requisiti per ottenere i finanziamenti attraverso le politiche agricole Europee, stabiliscono che l 2005 tutti

gli agricoltori debbano soddisfare gli standard di valutazione agricola ed ambientale previsti da tale legge e che vi siano strisce tampone lungo i corsi d'acqua.

Nel 2015, circa il 90% dei terreni agricoli europei (1,56 milioni di km<sup>2</sup>) erano conformi agli standard (EC, 2017a). Non c'è stata tuttavia, un'analisi sistematica degli impatti delle fasce tampone delle fattorie europee sulla qualità dell'acqua. I carichi organici verso i fiumi europei sono diminuiti a causa di una serie di misure di riduzione dei carichi organici richieste ai sensi della direttiva sui nitrati dell'UE e altre politiche e questo ha reso difficile isolare il contributo specifico delle fasce tampone.

*Contributo di Michael McClain (IHE Delft).*



C'è un interesse sempre crescente nell'incorporare infrastrutture naturali (green) nei piani e disegni urbani per gestire e ridurre l'inquinamento dovuto al deflusso urbano

Lì dove la terra è sottratta alla produzione agricola, alcuni di questi interventi possono ridurre l'area colturale. Comunque, ciò non ha bisogno di ridurre la produzione complessiva, dacché ne deriverebbero miglioramenti a livello di sistema. Per esempio, la diversificazione territoriale in semplificati sistemi mono-culturali altamente intensivi non solo apporta migliori risultati alla qualità dell'acqua, tra gli altri, ma aumenta simultaneamente la produzione colturale nelle aree rimanenti per compensare l'area persa con le colture (Liebman and Schulte, 2015). I sistemi agricoli che tutelano servizi ecosistemici usando pratiche come il dissodamento conservativo del terreno, la diversificazione delle colture, l'intensificazione delle leguminose e il controllo dei parassiti biologici, hanno mostrato di avere gli stessi risultati dei sistemi intensivi ad alta alimentazione (Badgley et al., 2007; Power, 2010).

### 3.2.3 Migliorare la qualità idrica presso gli insediamenti umani

C'è un interesse in rapida ascesa nei confronti dell'incorporazione dell'infrastruttura verde nei piani e progetti urbani per gestire e ridurre l'inquinamento dal deflusso urbano (UNEP-DHI/IUCN/TNC, 2014). Esempi includono l'uso di muri verdi, giardini sui tetti, alberi in strada e infiltrazioni di vegetazione o bacini di drenaggio a sostegno del trattamento delle acque reflue e la riduzione del deflusso dell'acqua piovana. Le zone umide e gli altri elementi di drenaggio sostenibile sono, inoltre, ampiamente usati negli ambienti urbani per attenuare l'impatto del deflusso dell'acqua piovana inquinata e delle acque reflue (Scholz, 2006; Woods Ballard et al., 2007). A ogni modo, la qualità dell'acqua dei flussi interni può mancare di migliorare significativamente, se gli elementi non sono uniti tra loro, usando un approccio olistico nella gestione dell'acqua negli ambienti urbani (Lloyd et al., 2002; Gurnell et al., 2007).

Questi approcci forniscono ulteriori benefici correlati, che migliorano la qualità di vita dei residenti (Cohen-Shacham et al., 2016). Approcci a carattere ecoidrologico, come la pianificazione integrata e la gestione delle aree verdi e i corsi d'acqua nelle aree urbane, noti come reti "Blu-Verdi" (University of Łódź/City of Łódź, 2011), possono aiutare a migliorare la qualità idrica nelle aree urbane. Per esempio, lo sviluppo di un sistema sequenziale di sedimentazione/biofiltrazione per la purificazione delle acque piovane urbane è usato per il rafforzamento della ritenzione idrica nelle aree urbane per l'adattamento al cambiamento climatico, migliorando al contempo la salute e la qualità di vita per gli

abitanti urbani (Zalewski, 2014).

Zone umide artificiali, che imitano la funzionalità di quelle naturali, sono tra le Soluzioni Naturali (NBS) più comunemente usate per il trattamento delle acque reflue locali. Usano le stesse funzioni della vegetazione, del suolo e quelle microbiche a loro associate, appartenenti alle zone umide per rimuovere l'eccesso di azoto, fosforo, potassio e agenti organici. Sia le zone umide naturali che quelle artificiali, inoltre, decompongono o arrestano una gamma di agenti inquinanti emergenti. Tra i 118 prodotti farmaceutici monitorati nel trattamento convenzionale delle acque reflue di affluenti ed effluenti, circa la metà è stata rimossa solo parzialmente, con un'efficacia inferiore al 50% (UNESCO/HELCOM, 2017). Studi hanno dimostrato che le zone umide artificiali possono rappresentare una soluzione alternativa per la rimozione degli agenti inquinanti, che emergono dalle acque reflue locali, e pertanto tali zone possono integrare i convenzionali sistemi di trattamento delle acque reflue.

L'efficacia delle zone umide artificiali di rimuovere vari prodotti farmaceutici è stata dimostrata in Ucraina (Vystavna et al., 2017; UNESCO, prossimamente disponibile) (Riquadro 3.3), così come da altri studi su scala piccola (Matamoros et al., 2009; Zhang et al., 2011) e su fondo scala (Vymazal et al., 2017; Vystavna et al., 2017). Questi risultati suggeriscono che per alcuni di questi agenti inquinanti emergenti, le Soluzioni Naturali agiscono meglio delle soluzioni grigie e in alcuni casi potrebbero rappresentare l'unica soluzione possibile.

Le NBS possono, inoltre, incrementare la qualità dell'acqua recuperata attraverso una ricarica acquifera controllata (MAR - Managed Aquifer Recharge) (vedi la Sezione 4.2.3), in cui la qualità le acque reflue parzialmente trattate è potenziata dai processi biofisici, dacché si infiltra attraverso il suolo e i sedimenti (Riquadro 3.4).

### 3.2.4 Ridurre gli impatti dell'industria sulla qualità dell'acqua

Le opportunità per le NBS per il trattamento delle acque reflue industriali dipendono dal tipo di agente inquinante e dal suo carico.

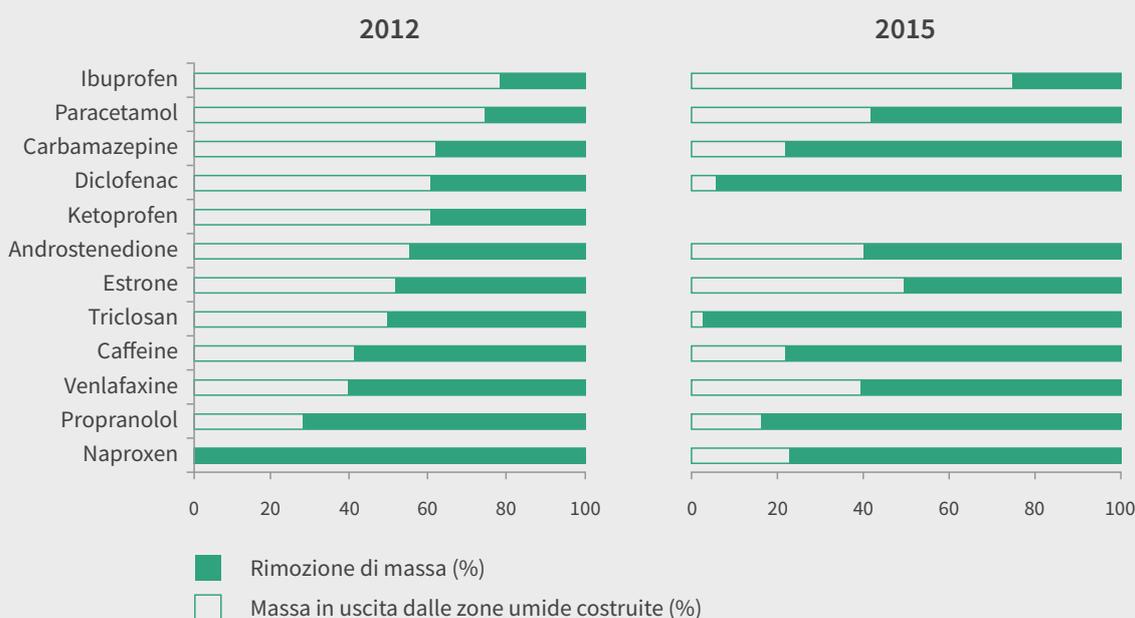
Per molte fonti d'acqua inquinate, le soluzioni di infrastruttura grigia potrebbero continuare a essere necessarie. Comunque, le applicazioni industriali delle Soluzioni Naturali (NBS), in particolare le zone umide artificiali per il trattamento delle acque reflue industriali, sono in crescita. Una recensione di 138 applicazioni in 33 nazioni ha chiarito che le zone umide artificiali sono state usate per vari tipi di effluenti industriali (Vymazal, 2014). Durante gli ultimi due decenni, le applicazioni delle zone umide artificiali sono state dimostrate sugli effluenti industriali, come gli effluenti petrolchimici, quelli della lavorazione delle carni e dei latticini, dei macelli e delle cartiere. Le applicazioni alle acque reflue provenienti da birrerie, concerie e frantoi sono state recentemente aggiunte (Vymazal, 2014; De la Varga et al., 2017).

Le zone umide artificiali hanno conquistato un posto importante nel trattamento delle acque reflue dei caseifici, poiché particolarmente sostenibili per il trattamento delle acque reflue derivanti dalle sale di mungitura, dalla produzione dei formaggi, da altre industrie alimentari e aziende vinicole (De la Varga et al., 2017). Le NBS per la gestione delle acque reflue industriali spesso offrono una soluzione reciprocamente vantaggiosa per l'industria e per gli azionisti, creando un numero di benefici socio-economici correlati (vedi la Sezione 3.4).

### RIMOZIONE DEI PRODOTTI FARMACEUTICI IN SISTEMI DI FITODEPURAZIONE IN UCRAINA

Uno studio sulla rimozione di prodotti farmaceutici in una zona umida costruita su base pilota in Ucraina, sotto l'iniziativa dell'UNESCO sulla qualità dell'acqua relativa agli inquinanti emergenti nell'acqua e acque reflue dell'Ucraina orientale per occorrenza, destinazione e regolamentazione, indica l'elevato potenziale delle zone umide artificiali nel rimuovere i prodotti farmaceutici dalle acque reflue, con tassi di rimozione diversi a seconda dei prodotti farmaceutici che vanno dal 5 al 90% (vedi figura). Lo studio ha inoltre esaminato la relazione tra tassi di rimozione degli inquinanti e condizioni operative della zona umida, attraverso il confronto tra le misurazioni all'inizio dell'operazione sulle zone umide nel 2012 e tre anni dopo nel 2015, dopo il cambiamento delle sue impostazioni operative (l'aumento del tempo di permanenza dell'acqua, la crescita della copertura delle macrofite e l'installazione del sistema di aerazione). Dopo il cambiamento delle impostazioni operative, l'efficienza di rimozione di diversi farmaci è aumentata (vedi Figura).

Figura | Tassi di rimozione dei diversi farmaci trovati in zone umide costruite artificialmente e operanti in diverse condizioni nel 2012 e nel 2015



Fonte: basato su dati UNESCO.

La zona umida costruita era ancora più efficiente nella rimozione di composti difficili come carbamazepina e diclofenac - prodotti farmaceutici che sono tra quelli rilevati in concentrazioni più elevate nelle acque reflue trattate. un'efficienza di rimozione così elevata potrebbe anche essere attribuibile a diversi parametri di gestione della zona umida, tuttavia sono necessari ulteriori studi per stabilire le relazioni tra la maturazione delle zone umide costruite e il tasso di rimozione degli inquinanti.

Fonti: Vystavna et al. (2017); UNESCO (prossimo).

Contributo di Yuliya Vystavna (Accademia delle scienze ceca), Yuriy Vergeles (Università nazionale di economia urbana, Ucraina) e Sarantuyaa Zandaryaa (UNESCO-IHP).

### MIGLIORARE LE FORNITURE DI ACQUA DI FONDO E LA QUALITÀ DELL'ACQUA USANDO I SUOLI PER IL TRATTAMENTO TERZIARIO DELLE ACQUE REFLUE IN ISRAELE

L'impianto di trattamento delle acque reflue del secondo affluente dello Shafdan è infiltrato nella sabbia della pianura costiera di Israele e la qualità del trattamento migliora ulteriormente mentre si infiltra nella falda per il successivo recupero. Ogni anno circa 110-130 milioni di m<sup>3</sup> di effluenti vengono deviati in cinque bacini di infiltrazione (ciascuno con circa dieci sottobacini) che vengono allagati in cicli da tre a cinque giorni, con un periodo di asciugatura di un giorno. L'effluente viene quindi recuperato da due anelli di pozzi di produzione che circondano i bacini di infiltrazione.

Attraverso il trattamento della falda acquifera del suolo, la qualità dell'acqua è notevolmente migliorata e utilizzata senza restrizioni per irrigazione, aumentando così la disponibilità di acqua nelle aride regioni di Israele.

Fonte: Goren (2009).

Contributo da Catalin Stefan (Technical University of Dresden, attraverso GRIPP: [gripp.iwmi.org/](http://gripp.iwmi.org/))

### 3.3 Monitoraggio della qualità dell'acqua a carattere naturale – monitoraggio biologico

Nonostante non rientri pienamente tra le NBS, così come sono state specificatamente definite in questo report (vedi il Capitolo 1), il monitoraggio è uno strumento importante e utile che usa organismi acquatici (invertebrati, alghe e pesci) e ne cambia il comportamento, risultando da pressioni esterne come un cambiamento nella qualità dell'acqua, per monitorare la qualità idrica, contribuendo perciò al raggiungimento degli obiettivi di gestione della qualità idrica. Il monitoraggio biologico offre soluzioni relativamente a basso costo per il monitoraggio della qualità idrica che può aiutare a colmare i vuoti di informazioni e dati sulla qualità idrica. Il monitoraggio biologico, o biomonitoraggio, usando tipologie di indicatori sensibili a una vasta gamma di cause scatenanti come gli agenti inquinanti, possono essere altamente efficaci a supporto della gestione idrica locale. Gli strumenti di biomonitoraggio sono stati inclusi negli anni come parte della pratica di gestione delle risorse idriche, non solo per il monitoraggio della qualità dell'acqua, ma anche come indicatori della salute eco sistemica generale dell'acqua. Il biomonitoraggio è, inoltre, integrato nelle moderne tecniche di monitoraggio della qualità idrica.

Essendo una misura diretta della salute dell'ecosistema, il biomonitoraggio è altamente intuitivo per il vasto pubblico e può, inoltre, contribuire così all'aumento di consapevolezza tra le comunità (Aceves-Bueno et al., 2015). In Sud Africa, per esempio, il sistema di punteggio della valutazione di piccoli corsi d'acqua (mini-SASS)<sup>10</sup> è usato per monitorare la qualità idrica e la gestione a livello comunitario, supportando la gestione partecipatoria alle risorse idriche (Graham et al., 2004). Fornisce, inoltre, uno strumento per il monitoraggio cittadino, che insieme alla conoscenza tradizionale sta ottenendo un'attenzione crescente nella gestione dell'acqua, in particolare poiché gli sviluppi nella tecnologia di trasmissione, l'elaborazione dei dati e la visualizzazione sono migliorati (Lansing, 1987; Huntington, 2000; Minkman et al., 2017; Buytaert et al., 2014).

Il Sudafrica offre un esempio in cui il biomonitoraggio è stato usato in maniera estesa. Basati principalmente sul monitoraggio degli invertebrati che usano l'indice SASS (Dickens and Graham, 2002), gli indicatori biologici supplementari sono stati sviluppati sulla base della fauna ittica, vegetazione ripariale e diatomee, che sono state incorporate nel Programma di Monitoraggio dello Stato-Ecologico dei Fiumi del Sudafrica, coinvolgendo due dipartimenti governativi, un'agenzia di ricerca e un numero di organizzazioni della società civile, perciò offrendo un esempio di gestione partecipatoria delle risorse idriche (DWA, n.d.). Gli indicatori biologici sono di gran lunga più usati in Sudafrica per il monitoraggio della salubrità fluviale; relazioni sullo stato ambientale; come input per la determinazione dei flussi ambientali o requisiti idrici; per la classificazione delle risorse idriche in classi di gestione; e per stabilire gli obiettivi di qualità delle risorse, che sono giuridicamente vincolanti per tutti i dipartimenti governativi. Le misure biologiche della salute dell'ecosistema sono state incluse, inoltre, nell'Obiettivo SDG 6.6 sugli ecosistemi relativi all'acqua.

<sup>10</sup> Per maggiori informazioni, vai su [www.minisass.org](http://www.minisass.org).

#### BOX 3.5

#### UTILIZZO DAPHNIA E ALGHE PER MONITORARE LA TOSSICITÀ DELL'ACQUA E RILEVAMENTO ANTICIPATO DEI CARICHI DI INQUINAMENTO - STAZIONE DEL RENO PER LA RILEVAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ACQUA IN WORMS, GERMANIA

Gli organismi acquatici vengono utilizzati per monitorare lo stato di salute generale e la qualità dell'acqua del fiume Reno, sia nell'acqua del fiume (in situ) e in analisi di laboratorio (ex situ) nella Stazione di qualità dell'acqua del Reno, Germania. In acqua dolce, la Daphnia viene utilizzata per rilevare tossicità dell'acqua attraverso il monitoraggio delle sue reazioni tossicologiche all'acqua inquinata. Siccome le reazioni tossicologiche della Daphnia a un particolare inquinante o un elevato carico inquinante, è relativamente veloce, essa consente una rilevazione precoce d'incidenti di inquinamento. Il rilevamento precoce di tale inquinamento idrico è importante per l'immediata attivazione di misure necessarie per la protezione delle riserve idriche ed ecosistemi da tossici o alti carichi di inquinamento. La stazione di controllo della qualità dell'acqua del Reno utilizza anche alghe come biotest per un monitoraggio online (Intervallo di 30 minuti) di sostanze tossiche come erbicidi.

*Contributo di Sarantuyaa Zandaryaa (UNESCO-IHP)\*.*

\* Comunicazione personale con il gruppo del "Rhine Water Quality Station". Per maggiori informazioni vedi: [www.rheinguetestation.de/](http://www.rheinguetestation.de/)

### 3.4 Benefici correlati e limitazioni delle NBS per la qualità idrica

#### 3.4.1 Benefici correlati ambientali e socio-economici

Rendere popolari le NBS nella gestione della qualità idrica offre non solo promettenti soluzioni convenienti, ma anche benefici ambientali e socio-economici addizionali, proveniente dagli stessi investimenti.

**I benefici correlati ambientali** delle NBS per la qualità dell'acqua includono la protezione e il rafforzamento della biodiversità, la riduzione e l'inversione di tendenza nella perdita e deterioramento di ecosistemi terrestri e acquatici e dei loro servizi (disponibilità idrica e servizi eco sistemici potenziati). Una migliore qualità dell'acqua offre benefici ambientali che si possono estendere alle aree costiere a valle, le quali possono soffrire di eutrofizzazione legata a un eccesso di nutrienti nei bacini a monte e spesso anche oltre, sostenendo una migliore salubrità dell'oceano. Le NBS per la qualità idrica offrono, inoltre, una funzionalità addizionale e servizi, inclusi il miglioramento dell'habitat, la cattura del carbonio, la stabilizzazione del suolo, la ricarica delle falde acquifere e l'attenuazione delle inondazioni (Haddaway et al., 2016).

**I benefici socio-economici** di una migliore qualità idrica sono legati alla riduzione dei rischi per la salute pubblica e al rafforzamento dello sviluppo economico e/o di mezzi di sussistenza sostenibili - specialmente per le aree e le comunità rurali - contribuendo perciò alla riduzione di disparità sociali che colpiscono le donne, i gruppi svantaggiati, i poveri e le persone che vivono in baraccopoli/insediamenti arrangiati. In generale, le persone più povere, potrebb-

ro tratte maggiori vantaggi dalle NBS per il miglioramento della qualità idrica, specialmente lì dove non godono dell'accesso a migliori fonti d'acque e sono a rischio di insicurezza alimentare. A ogni modo, l'implementazione delle NBS per la gestione della qualità idrica genera benefici correlati addizionali che non sarebbero necessariamente forniti dalle sole soluzioni grigie. Un esempio è la creazione di lavoro, inclusi i lavori che sono direttamente legati all'implementazione delle NBS.

### 3.4.2 limiti delle NBS per la qualità idrica

Le NBS offrono promettenti applicazioni come interventi nella gestione della qualità idrica alternativi o complementari. Tuttavia, ci sono ancora limiti e sfide, che possono ostacolare il loro uso diffuso in alcune applicazioni.

Le limitazioni tecniche delle NBS consistono nella loro limitata capacità di rimuovere alcuni agenti inquinanti, specialmente nelle applicazioni industriali e minerarie dove gli effluenti hanno concentrazioni elevate. Mentre vi è evidenza, per esempio, che le zone umide possono rimuovere il 20-60% dei metalli nell'acqua e catturare e trattenere l'80-0% di sedimenti di deflusso, vi è un'informazione minore circa la capacità di molte piante delle zone umide di rimuovere alcune sostanze tossiche associate ai pesticidi, agli scarichi industriali e alle attività minerarie, nonostante siano state trovate alcune piante delle zone umide in grado di accumulare i metalli pesanti nei loro tessuti in concentrazioni 100.000 volte superiori alla concentrazione riscontrata nelle acque circostanti (Skov, 2015). È, inoltre, necessario riconoscere la limitata capacità portante degli ecosistemi determinare le soglie oltre cui l'aggiunta di elementi contaminanti e sostanze tossiche porterebbero a un danno irreversibile.

Un'altra limitazione può essere un maggior tempo di ritenzione, che occorre per rimuovere alcuni agenti inquinanti. La ricerca mostra come il passaggio relativamente lento dell'acqua attraverso le zone umide può offrire tempo sufficiente agli agenti patogeni di perdere la loro coltivabilità o di essere fagocitati dai altri organismi nell'ecosistema. A ogni modo, vi è, inoltre, il potenziale di accumulazione per le sostanze tossiche nelle zone umide, che di fatto trasformano le zone umide in potenziali "hotspot" in cui alti livelli di contaminazione possono seriamente compromettere la funzionalità e la salubrità dell'ecosistema delle zone umide (Skov, 2015).

Di conseguenza, gli approcci ibridi, in cui le Soluzioni Naturali (NBS) integrano le convenzionali tecnologie del trattamento idrico, possono offrire soluzioni sostenibili, specialmente nella riduzione del carico dei nutrienti pesanti. Dacché le Soluzioni Naturali (NBS) potrebbero richiedere tempi di ritenzione più lunghi, hanno bisogno di essere bilanciati con il tasso di trattamento convenzionale, probabilmente coinvolgendo aree di ecosistemi più larghe, e requisiti imprenditoriali e normativi (vedi il Capitolo 6).

Le NBS possono supportare l'erogazione di servizi idrici in modi complementari e integrati all'infrastruttura idrica convenzionale (UNEP-DHI/IUCN/TNC, 2014). Inoltre, è importante che le NBS, sia per la qualità idrica che per altri obiettivi di gestione dell'acqua, siano considerati in comunione con altre opzioni, basati su approcci ai potenziali costi e benefici standardizzati.

Questo dovrebbe includere una dovuta considerazione verso una vasta gamma di benefici correlati ambientali e socio-economici (inclusa una maggiore capacità di adattamento a un clima in fase di cambiamento) che le NBS forniscono in aggiunta ai benefici primari della qualità idrica. La combinazione di NBS e infrastruttura grigia



Le limitazioni tecniche delle NBS consistono nella loro capacità limitata di rimuovere determinati agenti inquinanti, specialmente in applicazioni industriali e di estrazioni, dove gli effluenti hanno un'alta concentrazione.

nei piani di gestione idrica rafforza, inoltre, la sostenibilità dell'infrastruttura idrica grigia.

Un coinvolgimento più ampio di azionisti e la partecipazione della comunità sono importanti per l'implementazione delle NBS, specialmente il coinvolgimento di quelle i cui mezzi di sostentamento dipendono dai beni e dai servizi forniti dai territori. Poiché le Soluzioni Naturali (NBS) per la qualità idrica e le loro specifiche applicazioni dipendono da vari fattori, vi è una sfida legata alla mancanza di un'evidenza storicamente ben consolidata degli impatti positivi delle NBS, in modo da permettere comparazioni con altre soluzioni. Questo potrebbe incrementare il rischio percepito o il livello di incertezza di tali progetti, comparati ai rendimenti ben consolidati delle convenzionali tecnologie del trattamento idrico (UNEP-DHI/IUCN/TNC, 2014). Colmare questo divario di informazione è la chiave per permettere alle NBS per la qualità idrica di posizionarsi su un piano di parità con le alternative convenzionali.

Queste limitazioni delle NBS nelle applicazioni della gestione della qualità idrica possono essere ridotte da:

- un potenziamento delle conoscenze di base e promozione della ricerca e innovazione sulle NBS per la gestione della qualità idrica, incluso il testare le NBS in diverse condizioni idrologiche, ambientali, socio-economiche e di gestione
- un rafforzamento della capacità condividendo e diffondendo la conoscenza e sviluppando programmi educativi che si concentrino sulle NBS sono parte integrante della gestione della qualità idrica
- un'integrazione delle Soluzioni Naturali (NBS) all'interno di cornici politiche, legali e normative sulla gestione della qualità idrica, incoraggiando l'investimento e l'implementazione delle NBS;
- una promozione degli investimenti del settore privato nelle NBS attraverso esempi che creino il piano economico per le NBS per gestire la qualità idrica (Box 3.6; see also Section 5.2.2); e
- una collaborazione con la società civile per innalzare la consapevolezza del potenziale delle NBS per la gestione della qualità idrica, sostenendo cambiamenti politici a supporto delle NBS e promuovendo le NBS ai leader politici.

### 3.5 Il potenziale per le NBS di contribuire agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) relativi alla qualità idrica

La gamma di benefici e benefici correlati offerti dalle NBS nella gestione della qualità idrica hanno un potenziale significativo nel contribuire al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG), permettendo alle società la transizione verso la sostenibilità. Poiché il miglioramento della qualità idrica migliora, inoltre, la disponibilità dell'acqua (per usi multipli) e in alcuni casi riduce i rischi relativi all'acqua, ci sono molti legami potenziali tra la maggior parte degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e i loro target.

La Tabella 3.2 offre una panoramica solamente sui legami più ovvi e diretti tra una migliore qualità idrica e gli SDG, lì dove le NBS offrono una particolare promessa. L'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 6 garantisce la disponibilità e una gestione sostenibile dell'acqua, nonché igiene per tutti: le Soluzioni Naturali per la gestione della qualità idrica supportano il raggiungimento di tutti i target dell'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 6 (SDG6).

Un'ampia gamma di NBS, come la protezione dei bacini idrici per migliorare la qualità idrica nei bacini idrici sorgivi e nelle zone umide artificiali per ridurre i nutrienti e altro inquinamento dai fonti differenti, sono essenziali per il raggiungimento del Target 6.3. Le NBS potrebbero contribuire ai Target 6.1 e 6.2 riducendo i rischi per la salute umana legati all'acqua potabile insicura e all'igiene, attraverso, per esempio, la protezione delle acque sorgive e soluzioni alternative all'igiene, come l'igiene ecologica. Tutte le NBS per la gestione della qualità idrica sono un mezzo per l'implementazione del Target 6.6, nel contesto dell'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 6.

Le NBS sono particolarmente importanti nel miglioramento degli impatti dei sistemi agricoli sulla qualità dell'acqua e dunque una chiave per raggiungere l'Obiettivo per lo Sviluppo Sostenibile 2 (promuovere un'agricoltura sostenibile, tra gli altri), poiché ridurre gli impatti sulla qualità idrica è un fattore determinante di sostenibilità in agricoltura, in particolare relativamente al Target 2.4. I benefici per la salute (SDG3) dei contributi delle Soluzioni Naturali (NBS) per il miglioramento della qualità idrica sono evidenti. Analogamente, questo e altri approcci delle NBS per la riduzione dell'inquinamento della terra danno un contributo maggiore alla conservazione e all'uso sostenibile degli oceani, dei mari e delle risorse marine (SDG14), specialmente riducendo gli apporti di sostanze nutritive (Target 14.1). L'infrastruttura verde (NBS) è parte integrante della costruzione dell'infrastruttura resiliente (SDG 9). Con uno spirito analogo, l'infrastruttura verde è un componente essenziale per la costruzione di città sicure, resilienti e sostenibili (SDG 11).

I benefici correlati delle Soluzioni Naturali (NBS) per migliorare la qualità idrica sono particolarmente rilevanti poiché contribuiscono a sostenere la biodiversità e gli ecosistemi in generale (SDG 15, in aggiunta al SDG 14 sopramenzionato).

Gli ecosistemi terrestri e acquatici sono strettamente connessi. In particolare, le Soluzioni Naturali (NBS) che usano funzioni e servizi ecosistemici attraverso la protezione dei bacini idrici, le zone umide naturali o artificiali, rimbo-

#### BOX 3.6

#### I FONDI SULLE RISORSE IDRICHE COME MEZZO PER IMPLEMENTARE LE NBS PER LA PROTEZIONE DEGLI SPARTIACQUE.

I fondi idrici sono piattaforme istituzionali sviluppate da città e professionisti della conservazione ambientale che possono affrontare i problemi di governance attraverso il collegamento scientifico, giurisdizionale, finanziario indirizzando eventuali lacune di implementazione. La ricerca negli ultimi 15 anni ha dimostrato la loro capacità di favorire gli utenti finali nell'investimento nell'habitat a protezione e gestione del territorio per migliorare qualità e quantità dell'acqua, con casi di successo, per esempio, a Quito, San Antonio (Texas) e recentemente a Nairobi (Abell et al., 2017). La Nairobi Water Fund mira a dimostrare come gli investimenti in NBS nello spartiacque Upper Tana, che copre circa 1,7 milioni di ettari e fornisce il 95% dell'acqua potabile di Nairobi, può creare un duplice ritorno sull'investimento. Un caso aziendale ha rilevato che a un Investimento di 10 milioni di USD in attività di fondi d'acqua, come tamponi, riforestazione e attuazione di migliori pratiche agricole, ci si può aspettare un ritorno economico di un valore stimato di 21,5 milioni di US \$ 21,5 su un periodo di 30 anni (TNC, 2015).

*Contributo di Elisabeth Mullin Bernhardt (Ambiente delle Nazioni Unite).*

schimento e riserve terrene sostengono direttamente i Target 15.1, 15.2 e 15.4. Le soluzioni Naturali (NBS) per la qualità idrica, come le strisce cuscinetto e le aree ripariali coperte di vegetazione, contribuiscono ai Target 15.3 e 15.5 nel combattere la desertificazione e la deterioramento terrestre, riducendo l'habitat e la perdita di biodiversità. L'implementazione delle NBS per la qualità idrica contribuisce anche al Target 15.9: per integrare l'ecosistema e i valori della biodiversità all'interno di strategie di sviluppo.

Ulteriori legami possono essere aggiunti all'Obiettivo per lo Sviluppo Sostenibile 7 (energia pulita). Poiché la maggior parte delle NBS richiedono pochissima energia esterna (o nessuna), possono ridurre la domanda di energia delle convenzionali tecnologie per il trattamento delle acque reflue. Le NBS che migliorano l'uso efficiente dei nutrienti e degli agenti chimici in agricoltura sono particolarmente rilevanti per l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 12 ("Consumo e produzione responsabile") e analogamente le NBS per la gestione del deflusso urbano (metalli pesanti e prodotti chimici) contribuiscono, in particolare al Target 12.4 (per la riduzione del rilascio di elementi chimici pericolosi nell'acqua e nel suolo). I benefici ambientali e socio-economici derivanti dalle NBS per la gestione della qualità idrica supportano, inoltre, l'Obiettivo per lo Sviluppo Sostenibile 1 (fine della povertà) e altri aspetti dell'SDG 2, attraverso, per esempio, il rafforzamento dei mezzi di sussistenza, specialmente nelle aree rurali.

**Tabella 3.2** Qualità dell'acqua negli SDG

SDG	Obiettivo	
<b>SDG 6</b> Acqua e igiene	6.1	Raggiungere un <b>accesso universale ed equo all'acqua potabile</b> sicura ed economica per tutti
	6.2	Raggiungere l' <b>accesso a servizi igienico-sanitari</b> adeguati ed equi per tutti e porre fine alla pratica della defecazione all'aperto, prestando particolare attenzione ai bisogni delle donne e delle ragazze e di coloro che si trovano in situazioni vulnerabili
	6.3	<b>Migliorare la qualità dell'acqua riducendo l'inquinamento, riducendo al minimo il rilascio di sostanze chimiche e materiali pericolosi, dimezzando la percentuale di acque reflue non trattate e aumentando sostanzialmente il riciclaggio e il riutilizzo d'acqua a livello globale</b>
	6.6	<b>Proteggere e ripristinare gli ecosistemi legati all'acqua</b> , tra cui montagne, foreste, zone umide, fiumi, falde acquifere e laghi
<b>SDG 1</b> Povertà	1.4	Garantire che tutti gli uomini e le donne, in particolare i poveri e i vulnerabili, abbiano pari accesso alle risorse economiche, nonché l' <b>accesso ai servizi di base</b> , ...
<b>SDG 2</b> ... promuovere un'agricoltura sostenibile	2.4	... garantire sistemi di produzione alimentare sostenibili e attuare pratiche agricole resilienti che aumentino la produttività e la produzione e al contempo che aiutino a mantenere gli ecosistemi ... e che migliorino progressivamente la qualità del suolo
<b>SDG 3</b> Salute	3.3	Porre fine alle epidemie di AIDS, tubercolosi, malaria e malattie tropicali e combattere l'epatite, <b>le malattie trasmesse dall'acqua</b> e le altre malattie trasmissibili
	3.9	Ridurre sostanzialmente il numero di decessi e malattie causate da sostanze chimiche pericolose, da inquinamento dell'aria, <b>dell'acqua e del suolo e dalle loro contaminazioni</b>
<b>SDG 7</b> Energia pulita	7.3	Raddoppiare il tasso di miglioramento dell'efficienza energetica
<b>SDG 9</b> Costruire infrastrutture resilienti	9.4	...aggiornare le infrastrutture e le industrie per renderle sostenibili, aumentare l'efficienza nell'uso delle risorse e incrementare l'adozione di tecnologie pulite e rispettose dell'ambiente per i processi industriali ...
<b>SDG 11</b> Città sostenibili	11.3	... incrementare l'urbanizzazione inclusiva e sostenibile ...
	11.6	... ridurre l'impatto ambientale pro capite delle città ...
<b>SDG 12</b> Consumi e produzione sostenibili	12.4	Ottenere una gestione ecologicamente corretta delle <b>sostanze chimiche e di tutti i rifiuti</b> lungo tutto il loro ciclo di vita, in conformità con i quadri internazionali concordati, e <b>ridurre significativamente il loro rilascio nell'aria, nell'acqua e nel suolo</b> al fine di ridurre al minimo gli impatti negativi sulla salute umana e sull'ambiente
<b>SDG 14</b> Conservare e utilizzare in modo sostenibile gli oceani, i mari e le risorse marine	14.1	... prevenire e ridurre in modo significativo l'inquinamento marino di tutti i tipi, in particolare dalle attività a terra, compresi i detriti marini e l'inquinamento da nutrienti
<b>SDG 15</b> Ecosistemi	15.1	Garantire la conservazione, il ripristino e l'uso sostenibile degli ecosistemi terrestri e d'acqua dolce e dei loro servizi, in particolare foreste, zone umide, montagne e zone aride, in linea con gli obblighi derivanti da accordi internazionali

Source: Adapted and updated from UNESCO (2015a, p. 7).

# 4

## NBS PER GESTIRE RISCHI RELATIVI ALL'ACQUA, VARIABILITÀ E CAMBI



UNU-INWEH | Vladimir Smakhtin, Nidhi Nagabhatla,  
Manzoor Qadir and Lisa Guppy

Con il contributo di<sup>11</sup>: Peter Burek (IIASA);  
Karen Villholth, Matthew McCartney and Paul Pavelic (IWMI);  
Daniel Tsegai (UNCCD); Tatiana Fedotova (WBCSD); and  
Giacomo Teruggi (WMO)

Impianto di trattamento delle acque reflue allagate dopo l'uragano Harvey (USA)



#### 4.1 Le NBS nel contesto della variabilità e cambiamento idrici e gli accordi globali di sviluppo sostenibile

La variabilità delle risorse idriche ha un impatto significativo sullo sviluppo (Hall et al., 2014). Circa il 30% della popolazione globale si stima risieda in aree e regioni colpite costantemente sia da inondazioni che da siccità – i principali disastri legati all'acqua attraverso cui si manifesta la variabilità idrica. Secondo l'Archivio Internazionale dei Disastri del Centro di Ricerca sull'Epidemiologia dei Disastri (CRED, n.d.), il quale ha analizzato i dati per il decennio dal 2006 al 2015, come riassunto nel Report dei Disastri Mondiali (IFRC, 2016), circa 140 milioni di persone ne sono colpite e a livello mondiale circa 10.000 persone muoiono annualmente per le catastrofi legate all'acqua (Figura 4.1). Se le temperature estreme sono combinate con la siccità, o i cicloni con le inondazioni, il numero di vittime arriva quasi a triplicare.

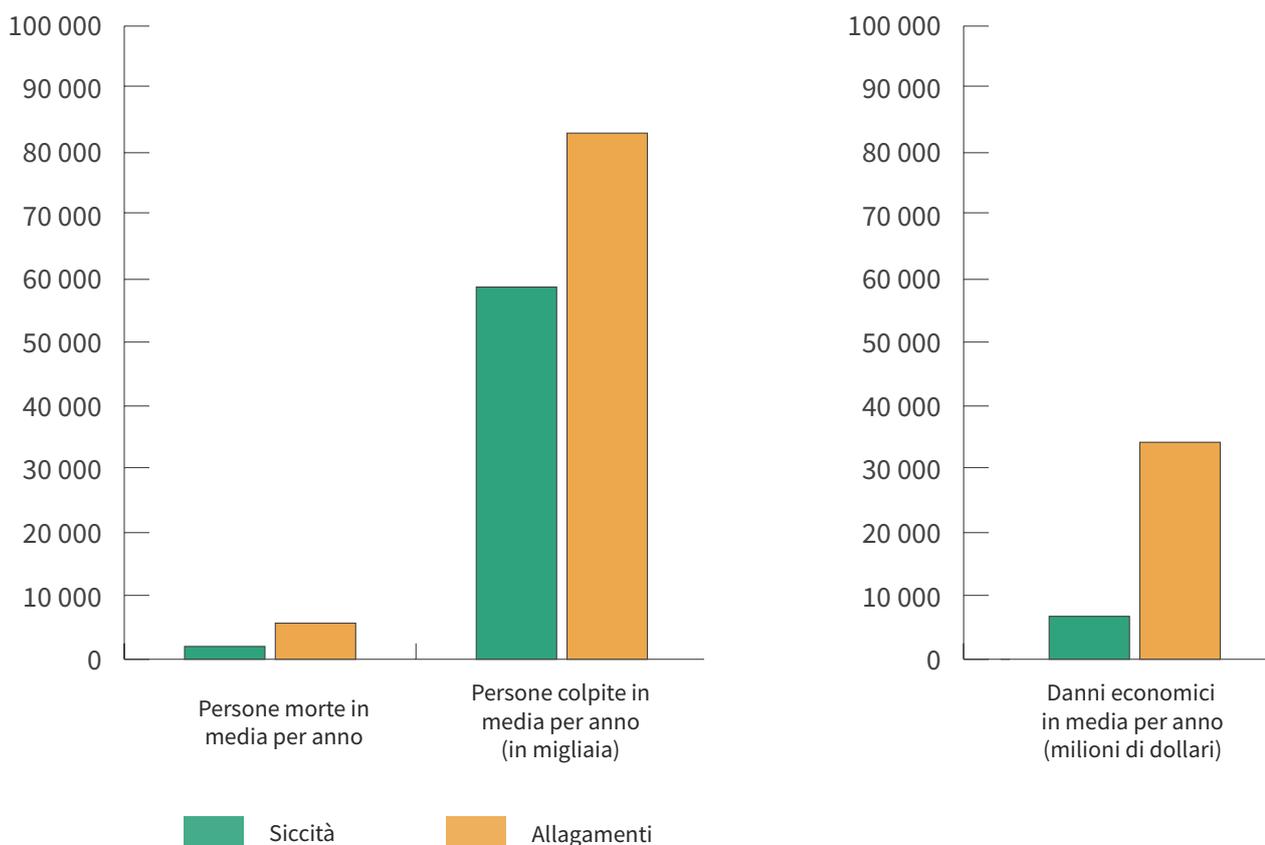
Per contestualizzare tutto questo, il numero medio annuo di morti per catastrofi legate all'acqua, derivanti da alluvioni e siccità insieme, è nello stesso intervallo del numero annuale di morti per terrorismo, mentre il numero di persone colpite da inondazioni e siccità (sfollati, che hanno perso i loro averi o la casa, ecc.) è di circa cinque volte superiore al numero di persone che convivono con l'HIV.

La media globale della perdita economica causata da inondazioni e siccità è superiore ai US\$40 miliardi all'anno, trasversalmente per tutti i settori economici.

I cicloni aggiungono in media altri US\$46 miliardi di perdite economiche annue. Il numero di morti, vittime e perdite economiche varia notevolmente in base all'anno e al continente, con l'Africa e l'Asia in testa, come i più colpiti da tutti e tre gli indicatori. Si prevede un aumento di questi numeri fino a US\$200-400 miliardi entro il 2030, stando a diverse stime. Queste perdite colpiscono fortemente la sicurezza idrica, alimentare ed energetica e consumano la maggior parte dell'attuale flusso totale di aiuti allo sviluppo (OECD, 2015a).

<sup>11</sup> Gli autori desiderano ringraziare Sarah Davidson del WWF-US per gli utili commenti.

**Figura 4.1** Impatti annuali medi delle siccità e degli allagamenti globalmente, 2006-2015



Fonte: basato sui dati dal CRED (n.d.).

Il cambiamento climatico modifica (e ha già modificato) l'andamento del deflusso globale (Milly et al., 2005), con alcuni studi che suggeriscono un incremento del deflusso globale di circa il 4% per 1°C di innalzamento della temperatura terrestre (Labatet et al., 2004). La cosa ancora più importante, però, è che il cambiamento climatico aumenta la frequenza, l'intensità e la gravità di eventi atmosferici estremi (O'Gorman, 2015), che potrebbero comportare una crescente frequenza e magnitudine di situazioni estreme legate all'acqua (IPCC, 2012; Mazdiyasi e AghaKouchak, 2015). Nonostante le incertezze associate alle previsioni climatiche non permettano ancora, in molti casi, dichiarazioni numerose e ferme sugli effetti del cambiamento climatico sull'acqua, in larga scala, e sulla variabilità idrica in particolare, alcune testimonianze storiche e previsioni suggeriscono che i rischi di alluvione potrebbero intensificarsi, specie in zone del Sud, Sud-Est e Nord-Est dell'Asia, così come nell'Africa tropicale e in Sud America – per via di cambiamenti nell'andamento delle precipitazioni, che colpiscono il ciclo idrologico. Hirabayashi et al. (2008) hanno illustrato come la frequenza delle inondazioni aumenterà in molte regioni, con l'eccezione del Nord America e dell'Eurasia, dal centro a ovest. Si prevede, inoltre, un aumento della frequenza di siccità a livello globale, a esclusione solamente delle alte latitudini nordiche, l'Australia orientale e l'Eurasia orientale, che mostrano non mostrano cambiamenti significativi o addirittura in diminuzione. Si stima, inoltre, che molte regioni subiranno aumenti di frequenza di inondazioni e siccità.

Non tutta la variabilità delle risorse idriche nasce dalla naturale variabilità climatica o dal cambiamento climatico antropogenico. Come notato nel Prologo, il deterioramento ecosistemico, attraverso, per esempio, un mutato uso della terra, la perdita delle zone umide e il peggioramento della terra, è un fattore importante del crescente rischio legato all'acqua, nonché, in molti casi, la causa scatenante di rischio e disastri. Questo implica che il ripristino dell'ecosistema debba essere una risposta primaria per ridurre quei rischi, facendo ricorso alle NBS.

L'agricoltura è forse il settore economico a essere maggiormente colpito dalla crescente variabilità delle risorse idriche a livello globale e certamente il più vulnerabile in termini socio-economici, per via della dipendenza (dall'acqua) delle comunità rurali nei paesi in via di sviluppo. Assorbe in media l'84% degli avversi impatti economici della siccità e il 25% di tutti i danni derivanti dai disastri legati al clima (FAO, 2015). Gli scienziati, i contadini e persino le comunità d'affari considerano la variabilità, da intendere come "eventi atmosferici estremi", come uno dei rischi produttivi più probabili nei prossimi dieci anni (WEF, 2015). I profitti, in termini di benessere sociale, ottenuti solamente dall'attenuazione della variabilità idrologica, per lo più garantendo la presenza d'acqua agli irrigatori esistenti a livello globale, è stato calcolato ammontino a US\$94 miliardi nel 2010 (Sadoff et al., 2015).

I danni alle varie industrie e infrastrutture urbane, in particolare derivanti dalle inondazioni catastrofiche, sono parimenti significanti. I US\$43 miliardi di perdite economiche e i US\$16 miliardi di perdite assicurate, per via dell'alluvione del 2011 in Thailandia, hanno avuto un impatto preannunciato sull'industria assicurativa e sui diretti investimenti esteri (Munich Re, 2013). Incertezze sulle stime dei danni delle alluvioni, comunque, possono essere elevate (Wagenaar et al., 2016).

Allo stesso tempo, la variabilità dell'acqua (es. il naturale regime di portata stagionale e le inondazioni a esso associate) forniscono benefici socio-economici rilevanti, per la pesca di cattura e l'agricoltura colpita da alluvioni, per esempio. Questi benefici in ampi sistemi deltizi, come il delta del Mekong, potrebbero essere di uno o due ordini di magnitudo superiori rispetto ai costi annuali del danno derivante da alluvioni estreme (MRC, 2009). Analogamente, è la variabilità stagionale nelle precipitazioni che crea opportunità di riserva idrica, usando infrastrutture sia verdi che grigie, per fornire acqua agli ecosistemi e alle persone nei periodi più secchi. Di conseguenza, gestire la variabilità non vuol dire eliminarla, ma piuttosto minimizzare i danni e massimizzare le opportunità che essa offre. La dicotomia è meglio affrontata per mezzo delle Soluzioni Naturali (NBS). Inoltre, il cambiamento climatico esercita il suo impatto principalmente attraverso gli ecosistemi e l'idrologia. Pertanto, la risposta primaria al cambiamento progressivo e alla variabilità delle risorse idriche e dei flussi è l'adattamento basato sull'ecosistema, un concetto che si traduce in una gamma di Soluzioni Naturali (NBS). Alcune tendenze recenti, come il crescente sviluppo della conservazione della superficie idrica da un lato e l'invecchiamento delle infrastrutture dall'altro, segnalano un bisogno di soluzioni innovative che integrino in maniera più visibile prospettive di servizi ecosistemici, resilienza e considerazioni sui mezzi di sostentamento, nella pianificazione e gestione dei processi, che affrontano esplicitamente la variabilità idrica.

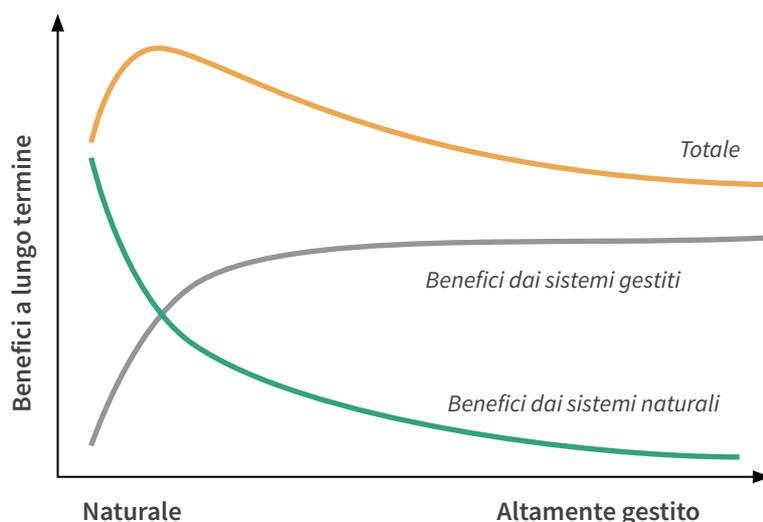
Questi bisogni sono acuiti dalla rapida crescita della popolazione, dall'urbanizzazione e altre pressioni in aumento sulle risorse idriche. La numerosa infrastruttura idrica grigia è vista da molte nazioni come la soluzione per occuparsi della variabilità delle risorse idriche, in particolare di come gli aumenti nella variabilità, indotti dal cambiamento climatico, siano anticipati. Di conseguenza, maggiori infrastrutture grigie (come le dighe e argini che proteggono dalle inondazioni) sono costruite e pianificate. L'invecchiamento dell'infrastruttura grigia esistente aggiunge un ulteriore problema – che potrebbe non essere in linea con la visione secondo cui fu progettata, né essere efficace, poiché i parametri idrologici su cui fu pianificata stanno cambiando. La risposta appropriata consiste nel riconoscere il rischio significativo della riduzione dei benefici che gli ecosistemi e l'infrastruttura verde offrono e pianificare un'infrastruttura verde e grigia in parallelo, per massimizzare i risultati di sistema e raggiungere maggiori benefici per le persone, la natura e l'economia. Questa è l'essenza dell'approccio di una Soluzione Naturale (NBS).

Molti target degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile fanno fronte a vari aspetti della gestione dei disastri legati all'acqua e alla variabilità, sia esplicita che implicita. Il Target 1.5 mira a “costruire la resilienza per i più poveri e di coloro che si trovano in situazioni di vulnerabilità e riducono la loro esposizione e vulnerabilità nei confronti di... shock e disastri”. I target 2.4 e 9.1 si concentrano rispettivamente sulle “pratiche di agricoltura resiliente” e sull’“infrastruttura

resiliente”. Il Target 11.5 mira a “ridurre il numero di morti e vittime, ... diminuire le dirette perdite economiche ... causate da disastri, compresi quelli legati all'acqua, con un'attenzione particolare alla protezione dei poveri e ... dei vulnerabili”. Il Target 13.1 ha come fini il “rafforzamento della resilienza e della capacità d'adattamento ai rischi legati al clima e ai disastri naturali...”, mentre il Target 15.3 punta a “ripristinare terre deteriorate...”, incluse quelle colpite dalla desertificazione, dalla siccità e dalle alluvioni”. Esistono ovvie sinergie tra questi target (UN-Water, 2016b) e tali sinergie potrebbero rafforzarsi solo se le NBS venissero viste come il concetto portante di tutti i target.

Molti forum politici internazionali e iniziative varie hanno notato la necessità di allontanarsi da un approccio reattivo alle alluvioni per avvicinarsi verso altri approcci preventivi, es. la riduzione dei rischi. È proprio nell'area soggetta alla riduzione del rischio di alluvioni che si percepisce l'eccellenza delle NBS. Il concetto di “vivere con le alluvioni”, che, tra le altre cose, include una gamma di approcci strutturali (e non strutturali) che aiutano a “essere pronti” in caso di inondazioni, possono facilitare l'applicazione di rilevanti Soluzioni Naturali (NBS), per ridurre le perdite in caso di alluvioni e soprattutto arginarne i rischi (vedi la Sezione 5.4). In aggiunta all'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, il Quadro Sendai per la Riduzione dei Rischi di Disastri (2015-2030) chiama, inoltre, importanti agenzie ONU a rafforzare i meccanismi globali esistenti e a implementarne dei nuovi, per innalzare la consapevolezza e migliorare la comprensione dei rischi di disastri relativi all'acqua e del loro impatto sulla società, nonché per anticipare strategie per i DRR (UNISDR, 2015). Questa cornice, inoltre, riconosce la necessità di spostarsi da una pianificazione e un ripristino principalmente posteriori ai disastri, verso una riduzione proattiva dei rischi, per prevenire che si verifichino catastrofi. Specifica, inoltre, che le strategie dovrebbero considerare una gamma di soluzioni, basate sugli ecosistemi. Se ampiamente implementate, le NBS potrebbero spostare il modo in cui le risorse idriche sono gestite, specialmente nel contesto di alluvioni e siccità di notevole impatto. Il ruolo primario delle Soluzioni Naturali, qui, è di incrementare la resilienza, per ridurre la probabilità che un disastro possa accadere, nonostante le NBS possano comunque giocare un ruolo importante anche nel ripristino a posteriori. Le NBS dovrebbero essere parte delle azioni pianificatrici e preparatorie che sono richieste per la diminuzione dei rischi di calamità, vulnerabilità ed esposizione, e per l'aumento della resilienza sociale, durante e dopo i disastri. Le NBS, inoltre, si riflettono sulla Nuova Agenda Urbana (NUA), un assetto per la sostenibilità ambientale adottato nel 2016, con la consapevolezza che entro il 2050 le popolazioni urbane raddoppieranno e si espanderanno al 70% della popolazione globale. La NUA mira a influenzare il modo in cui le città sono pianificate, progettate, finanziate, sviluppate, governate e gestite. Nello specifico, citando i legami con gli SDG (Obiettivi di Sviluppo Sostenibile), la NUA fa accenno all'acqua e alle NBS: es. il paragrafo 101 fa riferimento all'acqua e alle NBS, mentre il paragrafo 157 si riferisce alle innovazioni a carattere naturale (UNGA, 2016). A ogni modo, quanto esattamente questa agenda complessa può essere e sarà gestita, estesa e implementata è ancora da vedere. Infine, l'Accordo del 2015 di Parigi sul Cambiamento Climatico (UNFCCC, 2015) mette un'enfasi particolare sull'adattamento, che, nonostante l'impiego di tutti i mezzi, non sarà possibile se non si estendono progressivamente una gamma di NBS che hanno a che fare con la crescente variabilità idrica e le situazioni estreme indotte dal cambiamento climatico.

**Figura 4.2** Cambi in flussi positivi con le modifiche degli ecosistemi



Fonte: Acreman (2001, fig. 3).

## 4.2 Esempi di NBS per attenuare i rischi, la variabilità e il cambiamento

La maggior parte degli interventi di gestione delle risorse idriche contiene un elemento delle Soluzioni Naturali (NBS) (UNEP-DHI/IUCN/TNC, 2014), e lo stesso vale per gli interventi che riguardano la gestione della variabilità e del cambiamento idrici. Quando un ecosistema naturale (es. acquatico) viene modificato, alcuni dei “benefici naturali” da esso ottenuti vengono persi, ma possono essere rimpiazzati da benefici derivanti dalle modifiche. A ogni modo, vi è un “punto critico” (molto difficile da individuare) in questo processo, in cui la somma di tutti i benefici raggiunge l’apice e ulteriori modifiche diminuirebbero solamente il flusso totale dei benefici (Acreman, 2001; Figure 4.2). Pertanto, le NBS potrebbero essere collocate in qualsiasi parte di questo spettro, che va dal “puramente naturale” (una zona umida non modificata, che potrebbe avere una capacità naturale, anche se limitata, di regolare i flussi), fino a una diga reale, costruita attraverso un fiume naturale, ma dai componenti ecologicamente rilevanti e con norme operative, come i rilasci specifici per obiettivi ambientali.

Varie NBS esistono su vari livelli di sviluppo e implementazione, che vanno da approcci concettuali e linee guida generali a pratiche adottate frequentemente. Sono tutte importanti e utili a modo loro, o perché hanno già dimostrato il loro potenziale o lo dimostreranno una volta adottate.

### 4.2.1 NBS per la gestione delle alluvioni

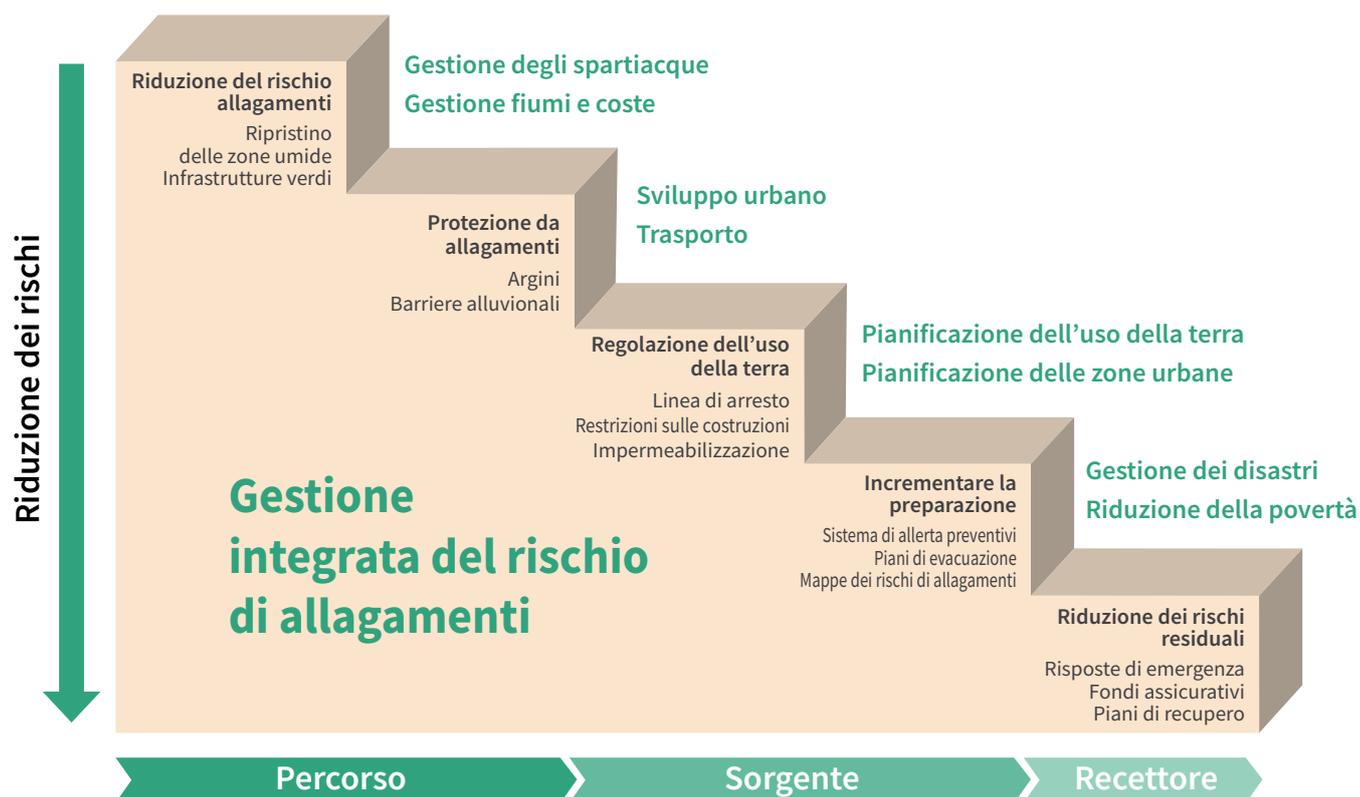
Un esempio di una struttura olistica delle NBS è la Gestione della Natura e la Gestione delle Alluvioni a Carattere Naturale del WWF: Una Guida Verde (o Guida Verde sulle Alluvioni – FGG; WWF, 2017). La Guida Verde sulle Alluvioni (FGG) sostiene le comunità a livello locale usando le Soluzioni Naturali per la gestione legata al rischio inondazioni. Suggerisce che le misure gestionali circa il rischio di alluvioni dovrebbero essere localmente specifiche, integrate ed equilibrate

attraverso tutti i settori concernenti e basate sul concetto di una gestione delle alluvioni integrata, definita dal Programma Associato sulla Gestione delle Alluvioni (WMO, 2009), un programma congiunto tra l’Organizzazione Mondiale Meteorologica (WMO) e la Cooperazione Mondiale per l’Acqua (GWP). I punti salienti della Guida Verde sulle Alluvioni (FGC) sono:

- progettare metodi di gestione delle alluvioni per massimizzare la rete di benefici delle acque straripate e al contempo minimizzare il rischio di alluvioni, poiché l’alluvione può rappresentare un processo naturale e vantaggioso;
- adottare una gestione dei rischi alluvionali con la prospettiva dei bacini idrici, al fine di capire quanto il rischio alluvionale per una determinata comunità sia in relazione con il resto del bacino idrico;
- considerare metodi non strutturali nella gestione delle alluvioni, e dunque, se necessario, includere l’ingegneria strutturale, naturale, quella basata sulla natura oppure di difesa rigida, come parte di un approccio integrato;
- riconoscere i multipli aspetti sociali, economici, ambientali e politici interessati dalla gestione delle alluvioni in un bacino idrico;
- integrare la riduzione del rischio alluvionale e l’adattamento a un clima variabile alla ripresa e la ricostruzione post-alluvionali, in modo che il ripristino delle alluvioni migliori la resilienza della comunità nei confronti di futuri eventi estremi, eviti l’introduzione di nuove vulnerabilità sociali e ambientali e rafforzi la capacità d’adattamento della comunità alle incertezze climatiche;
- sostenere l’equità sociale ed essere conformi alle leggi e istituzioni locali/nazionali, inclusi gli usi e costumi sociali informali durante i processi decisionali; e
- rafforzare i processi di resilienza e i mezzi di sussistenza ed emancipare le donne e/o i gruppi sociali svantaggiati.

La gestione delle alluvioni, come quella di qualsiasi altro tipo di disastro, tiene in considerazione molte componenti sottese: la vulnerabilità e l’esposizione alle alluvioni, combinate

**Figura 4.3** Una rappresentazione grafica del concetto di WMO SPR



Fonte: adattato da WMO (2017, fig.4, p.14). Cortesia di Giacomo Teruggi (WMO).

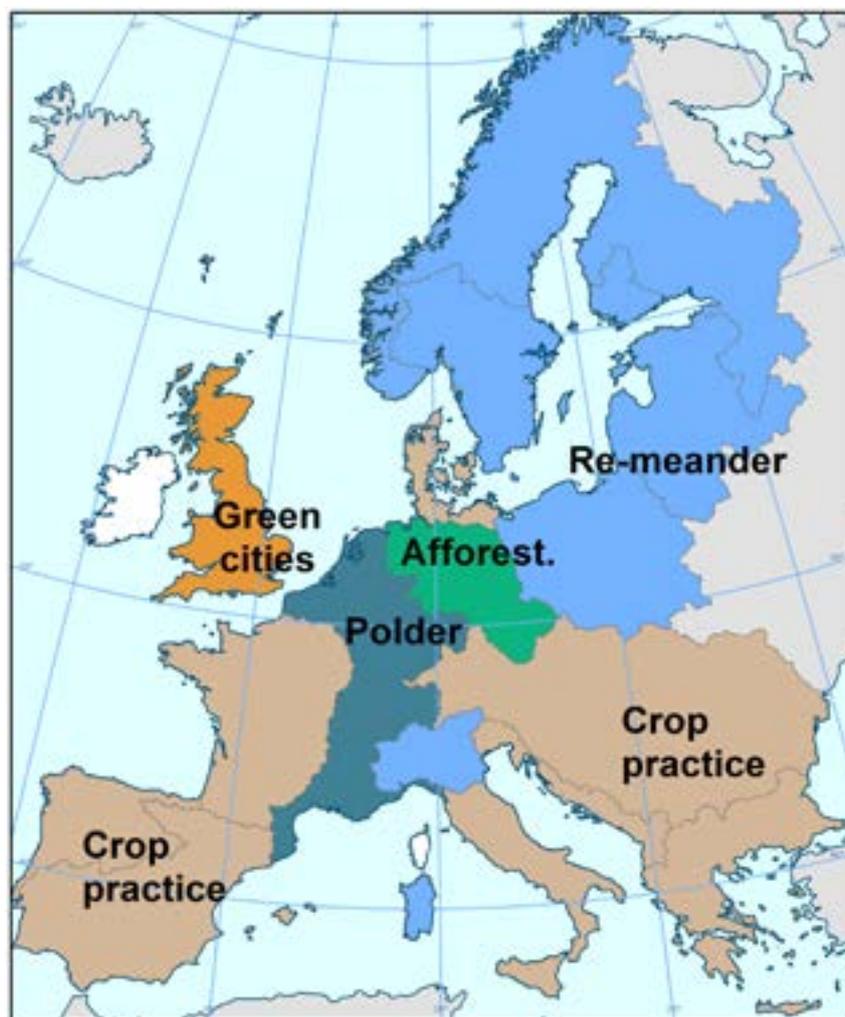
ad altri pericoli, comportano un rischio alluvionale generale. Un modo per illustrare ciò è la fonte WMO verso il sentiero del concetto ricettore (SPR) (WMO, 2017). L'SPR permette di distinguere tra rischi alluvionali, percorsi derivanti dall'esposizione dei "ricettori" e conseguenze delle alluvioni sulle persone e sulle proprietà. Le NBS possono giocare un ruolo alla fonte (es. attraverso il ripristino delle zone umide o pratiche circa l'uso della terra) e nel percorso (es. attraverso vari modi di incrementare in trasporto e la capacità di riserva) (Figura 4.3).

Burek et al. (2012) è un esempio di analisi regionale su vasta scala del potenziale che le NBS potrebbero avere nella riduzione del rischio alluvionale. Usando un approccio con modelli di simulazione, lo studio valuta i risultati effettivi (in termini di riduzione dell'apice alluvionale) di una vasta gamma (25) di Misure di Ritenzione Idrica Naturali (NWRM) in Europa, aggregandole a molti portfolio/scenari maggiori. Anche i costi di implementazione sono stati calcolati. Lo studio ha illustrato come le NBS potessero ridurre di 1:20 gli apici alluvionali annui, fino al 15% localmente, nonostante a livello regionale fossero state osservate riduzioni del flusso apicale del solo 4%. Nonostante a prima vista tali riduzioni potrebbero sembrare piccole, solo pochi punti percentuali possono fare la differenza tra un'alluvione e un disastro. Le NBS sono state ritenute in grado di ridurre gli apici alluvionali con maggiore efficacia per i bacini più piccoli e per un periodo di ricorrenza più basso (alluvioni che si verificano più frequentemente). Allo stesso tempo, lo studio ha notato i casi in cui le NBS potrebbero incrementare localmente i picchi alluvionali. Questo testimonia la necessità di NBS, da stabilire e progettare attentamente.

Per il Regno Unito, le misure più efficaci sono state individuate nello scenario delle "città verdi" (una combinazione di misure nelle aree urbane, come infrastrutture verdi, tetti verdi, giardini piovani, depressioni con parchi e dispositivi di infiltrazione), seguiti da "pratiche colturali" migliorate (una combinazione di metodi come la pacciamatura e il dissodamento). Per le regioni del Reno e del Rodano, gli scenari più efficienti sono stati quelli che riducono i picchi alluvionali lungo il fiume, es. i polder. Per la regione dell'Elba e dell'Ems, l'imboschimento, seguito da coltura e prateria, sono stati identificati come le misure più efficaci, poiché gran parte dell'area gode di un alto potenziale per la conversione dell'uso della terra. Per il Po e le regioni baltiche, ridefinire i meandri ha il potenziale maggiore di ridurre i picchi alluvionali e, come si è scoperto,

“La politica sulla gestione delle alluvioni in alcuni paesi hanno iniziato a considerare più attentamente soluzioni che utilizzano processi naturali

**Figura 4.4** Le misure più efficaci delle NBS per ridurre i picchi di allagamenti per un periodo di 20 anni



Fonte: Burek et al. (2012, fig.VI-1, p.90).

è efficace per la maggior parte delle altre regioni. La pratica culturale è stata la misura più efficace nella penisola iberica, nella Francia atlantica, nel bacino del Danubio, nei Balcani, in Sud Italia e Grecia. È stata, inoltre, una misura abbastanza di successo in Danimarca e Germania del Nord (Figura 4.4). Chiaramente, questi esempi mostrano che la scelta di NBS dipende, senza sorprendere nessuno, dal tipo di uso predominante del terreno e da impostazioni sociali, ecologiche e idrologiche.

Le politiche di gestione alluvionali, in alcuni paesi, hanno iniziato a guardare più da vicino soluzioni che implicino il lavoro con i processi naturali. La “gestione delle alluvioni naturali” nel Regno Unito, per esempio, auspica al ripristino o al rafforzamento dei processi dei bacini, che sono stati colpiti dall’intervento umano. Dadson et al. (2017) ha analizzato più di 20 tipi di misure nella gestione delle alluvioni, raggruppate in tre categorie principali: i) ritenzione idrica attraverso la gestione dell’infiltrazione e del flusso superficiale, ii) gestione della connessione idrologica tra i componenti di sistema e il trasporto dell’acqua attraverso lo stesso e iii) creare spazio per le riserve idriche attraverso, per esempio, le piane alluvionali (Tabella 4.1). Gli autori riassumono l’evidenza disponibile al momento per ogni misura e hanno tentato un’analisi semi-quantitativa degli impatti di molti interventi di gestione alluvionale, per la riduzione del rischio di alluvioni (Figura 4.5).

Il resoconto sostiene, tra l’altro, che i) un uso del terreno scelto in maniera appropriata e interventi sulla copertura del terreno possano ridurre il culmine locale dei flussi idrici, dopo precipitazioni moderate, ii) l’evidenza non suggerisce che questi interventi avranno un maggiore effetto sul rischio alluvionale per la valle limitrofa, per la maggior parte degli eventi catastrofici, iii) l’evidenza disponibile sugli effetti a valle dei cambiamenti nell’uso del terreno a monte, su vaste scale di bacini, è più limitata, ma attualmente non suggerisce che cambiamenti realistici all’uso della terra potranno fare una maggiore differenza al rischio alluvionale a valle; iv) il monitoraggio a lungo termine è necessario per separare gli effetti della gestione della terra da quelli della variabilità climatica, senza il quale sarebbe avventato estrarre i risultati, provenienti da studi individuali su larga scala o su assetti con diversi tipi di suolo e vegetazione. (Dadson et al., 2017).

Lo stesso è probabilmente vero per qualsiasi altra regione. Poiché i programmi di monitoraggio sono costosi e richiedono lunghi lassi di tempo, alcune idee sui possibili impatti del cambiamento relativi all’uso della terra sugli impatti delle alluvioni e i rischi potrebbero essere delineati dalle analisi di un cambiamento “shockante dell’uso della terra”, es. associati con i conflitti (Lacombe and Pierret, 2013). Tali studi suggeriscono che gli impatti del cambiamento nell’utilizzo

**Tabella 4.1** Misure basate sui bacini che contribuiscono alla gestione delle inondazioni

Gestione dei rischi di allagamento	Misure specifiche	Esempi
<b>Mantenimento dell'acqua nel paesaggio: accumulo dell'acqua attraverso la gestione delle infiltrazioni e del flusso terrestre</b>	Modifiche nell'utilizzo del territorio	Conversione da seminativo a pascolo, silvicoltura e piantagioni boschive, restrizioni sul taglio delle colline (ad esempio mais insilato), ripristino delle brughiere e torbiere
	Pratiche di uso di territori che vengono arati	Coltivazioni primaverili in contrapposizione a colture invernali, colture di copertura, rotazione delle colture
	Pratiche di allevamento bestiame	Tassi di stoccaggio più bassi, limitazione della stagione di pascolo
	Pratiche di agricoltura "tillage"	Lavorazione conservativa, aratura a contorno / a pendenza trasversale
	Drenaggio dei terreni (per incrementare l'accumulo)	Coltivazioni profonde e drenaggio per ridurre l'impermeabilità
	Strisce e zone tampone	Profili di strisce d'erba, siepi, cinture di sicurezza, casse, strisce tampone ripariali, controlli sull'erosione della banchina
	Gestione dei macchinari	Ridurre il compattamento della terra migliorando la conservazione dell'umidità
	Utilizzo di terreni urbani	Aumento delle aree permeabili
<b>Mantenere l'acqua nel paesaggio: gestire la connettività e il suo trasporto</b>	Gestione della connettività del pendio	Strisce di erba di confine, siepi, cinture di sicurezza, campi, margini di campo, strisce tampone ripariali
	Strisce e zone tampone per ridurre la connettività	Contour grass strips, hedges, shelter belts, bunds, field margins, riparian buffer strips
	Gestione dei canali	Modifiche per mantenere i fossati delle fattorie
	Drenaggio e operazioni di pompaggio	Modifiche ai regimi di drenaggio e di pompaggio
	Strutture di campagna e fattoria	Modifiche a cancelli, piazzali, piste e canali sotterranei
	Conservazione in azienda	Stagni di riserva e fossati
	Ripristino dei fiumi	Ripristino del profilo del fiume e delle sezioni trasversali, riallineamento dei canali e modifiche alla planimetria
	Trattenimento dell'acqua in montagna	Stagni agricoli, fossati, zone umide
<b>Fare spazio per l'acqua: trasporto e stoccaggio delle acque delle inondazioni</b>	Aree di accumulo di acqua	Accumulo diretto o indiretto, bacini di raccolta, barriere
	Aree umide	Creazione di zone umide, stoccaggio ingegnerizzato, livelli d'acqua controllati
	Ripristino dei fiumi	Ridisegnare profilo dei fiumi, lavoro nei canali, lavori rivieraschi
	Gestione fiumi e corsi d'acqua	Pulizia della vegetazione, manutenzione dei canali e lavori rivieraschi
	Ripristino pianure alluvionali	Ripristino di argini, ripristino del collegamento tra fiumi e pianure alluvionali

Fonte: Dadson et al. (2017, tabella 1, p.4)

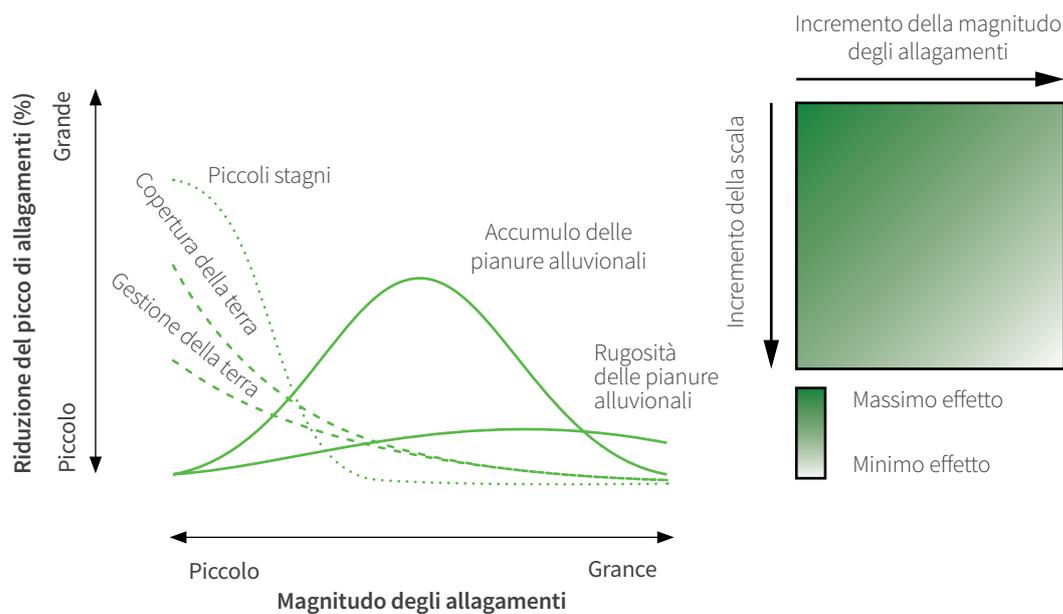
della terra, su vasta scala, hanno effetti idrologici profondi e duraturi. Questa conoscenza, inoltre, aiuta a prevedere gli impatti potenziali che le NBS potrebbero avere sulla riduzione del rischio, invertendo il cambiamento negativo dell'uso della terra, attraverso il ripristino della terra stessa.

#### 4.2.2 Le NBS per la gestione della siccità

La siccità è all'altra estremità dello spettro della variabilità legata all'acqua. Le siccità sono solitamente croniche (con tendenza a rafforzarsi e a essere persistenti a lungo termine), opposte alle alluvioni, che sono acute (a breve termine e improvvise). Le siccità non si verificano solo in territori secchi, come viene a volte ritratto, ma possono anche rappresen-

tare un rischio di disastro in regioni che sono normalmente non soggette a scarsità idrica (Smakhtin and Schipper, 2008). La siccità è molto complessa e il suo andamento globale può essere descritto da una gamma di indicatori (Eriyagama et al., 2009). Carrão et al. (2016) è forse l'analisi più recente e completa del rischio di siccità su scala globale, che identifica tre determinanti indipendenti: pericolo, esposizione e vulnerabilità. Il pericolo della siccità è derivato da deficit storici di precipitazioni, l'esposizione è basata su un'aggregazione di indicatori raggruppati su griglie della popolazione e densità del bestiame, copertura culturale e stress idrico; e la vulnerabilità della siccità è stata calcolata come l'identikit di fattori ad alti livelli di indicatori sociali, economici e infrastrutturali,

**Figura 4.5** Effetti di diversi interventi delle NBS sulla riduzione dei picchi di allagamenti (sinistra) ed effetti combinati degli interventi dopo gravi allagamenti (destra)



Fonte: Dadson et al. (2017, fig.3, p.18)

raccolti sia a livello nazionale che subnazionale. Le mappe del pericolo e del rischio (Figura 4.6) illustrano che con appropriate misure per ridurre l'esposizione e la vulnerabilità, il rischio di siccità può essere notevolmente ridotto, anche in regioni dall'alto pericolo di siccità, come l'Australia e gli USA meridionali. È in questi contesti che il ruolo delle NBS può essere molto significativo.

Nei recenti decenni, la frequenza, l'intensità e la durata delle siccità sono aumentate regolarmente, in parte a causa del cambiamento climatico. Tra il 2015 e il 2016, il fenomeno climatico El Niño ha causato la peggiore, nonché la più devastante, delle siccità di tutto il mondo. Secondo l'Amministrazione Spaziale e Aeronautica Nazionale (NASA) e l'Amministrazione Atmosferica o Oceanica Nazionale (NOAA), il 2016 ha infranto il record come l'anno più caldo

da quando le relazioni sono iniziate, nel 1880. Ciò fu dovuto in larga parte a uno degli eventi più forti de El Niño, mai registrati prima (NASA, 2017).

La risposta internazionale alla siccità si è focalizzata sulle misure "arresta e vai", che sono volte alla reazione. Uno spostamento verso misure proattive e basate sul rischio devono essere promosse (Wilhite et al., 2007). Le NBS che aiutano ad attenuare gli impatti avversi della siccità hanno generalmente obiettivi multipli e potrebbero essere usate in contesti che vanno oltre la sola gestione della variabilità e del cambiamento (Tabella 4.2). In effetti, la combinazione di potenziali NBS per l'attenuazione della siccità è essenzialmente lo stesso di quelle per la disponibilità idrica.

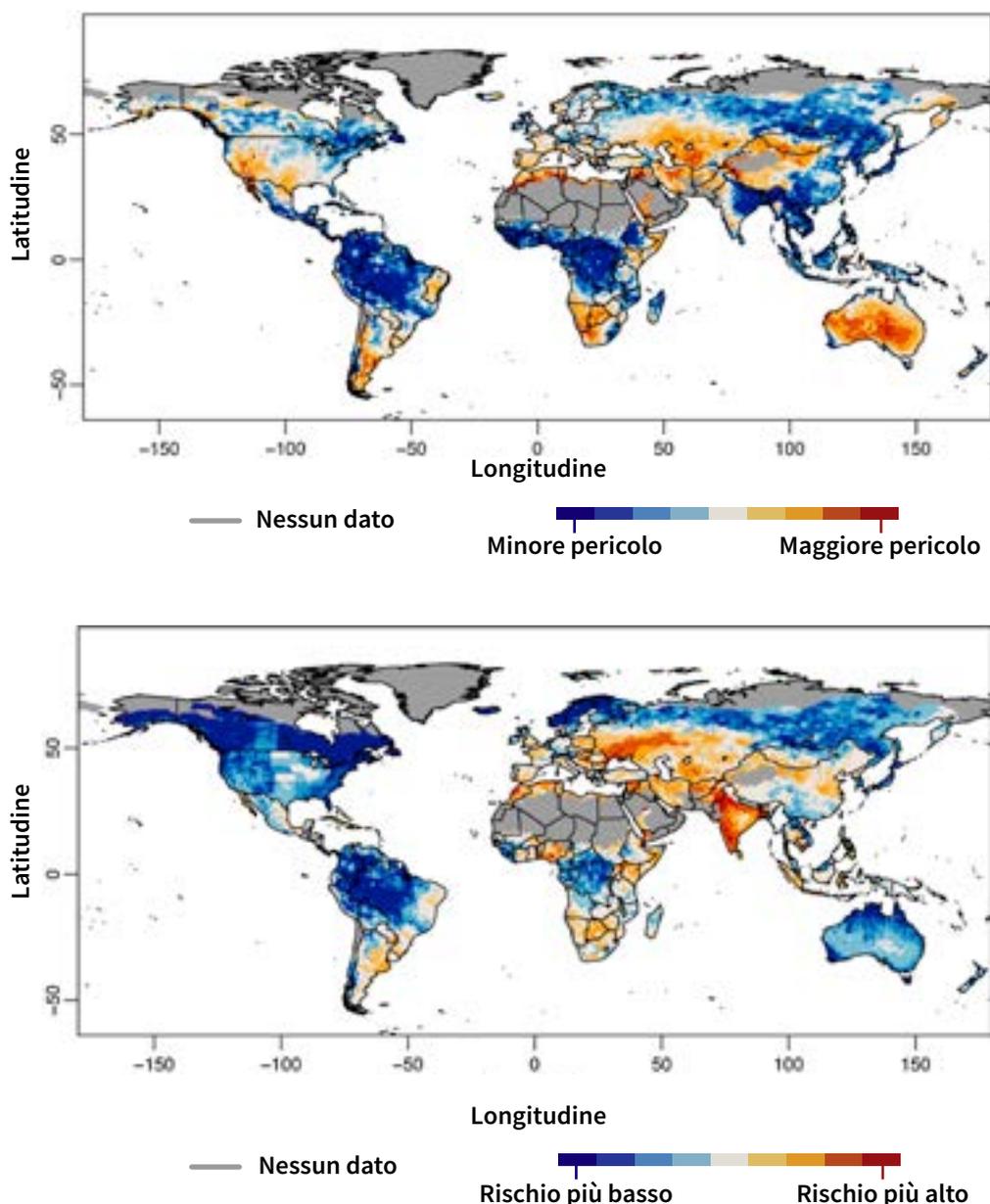
#### 4.2.3 Le NBS per la gestione di rischi multipli

Le NBS possono essere usate per gestire più di un rischio ed essere applicabili sia per i rischi alluvionali che per quelli relativi alla siccità, per esempio. Come già menzionato prima (es. Tabella 4.1), le zone umide – sia naturali che artificiali – possono giocare un ruolo nella riduzione del rischio di disastro. Sia le zone umide naturali che quelle artificiali dimostrano una capacità nei confronti della gestione alluvionale e dell'attenuazione del rischio di alluvioni e cicloni, agendo come barriere naturali, fungendo da spugna naturale che cattura la polvere e il deflusso in superficie, mitigando l'erosione terrena e l'impatto dell'aumento di cicloni (spesso deviando l'acqua di superficie verso le falde acquifere) o proteggendo le zone costiere dai cicloni. Poiché la frequenza dei rischi naturali è in aumento, comprendere le funzioni delle zone umide come Soluzioni Naturali (NBS) può aiutare ad aumentare la resilienza, sia a livello locale che su scala più ampia.

Un esempio dell'enorme potenziale delle zone umide come Soluzioni Naturali (NBS) è quello del bacino fluviale Yangtze, in Cina, patria per 400 milioni di persone, che ha registrato

La siccità non si verifica solo nelle terre aride, come spesso raffigurato, ma potrebbe anche mettere a rischio di disastro regioni in cui la scarsità d'acqua normalmente non rappresenta un problema

**Figura 4.6** Mappe del pericolo siccità (parte alta) e rischi (parte bassa)



Fonte: Adapted from Carrão et al. (2016, figures 3 and 9, pp. 115 and 120).

una tempesta torrenziale nel 1998, comportando 4.000 vittime e US\$25 miliardi di danni. Il punto forte della risposta politica del governo cinese, “Politica dei 32 caratteri”, fu quello di ripristinare 2.900 km<sup>2</sup> di superfici inondate, con la capacità di trattenere 13 miliardi di m<sup>3</sup> (ovvero 13 km<sup>3</sup>) di acqua (Wang et al., 2007), come strategia di gestione del rischio di disastro. Una rete di tutela delle zone umide fu stabilita lungo tutto il bacino fluviale Yangtze per gestire la qualità idrica, preservare la biodiversità locale ed espandere le riserve naturali, basate sulle zone umide (Pittock and Xu, 2010). Un altro esempio è il caso del terremoto e dello tsunami che investirono il Cile nel 2010, comportando una perdita di US\$30 miliardi e colpendo duramente gli assetti e i mezzi di sostentamento delle comunità delle zone umide costiere (Yali National Reserve, Valparaíso) (OECD/UNECLAC, 2016). Dopo questo evento, il governo ha annunciato la protezione della maggior parte di queste zone umide costiere, come un sito Ramsar, riconoscendo i benefici su vasta scala dei siste-

mi di zone umide nella Riduzione del Rischio di Catastrofi (DRR). Ancora un altro esempio è dato dall’uragano Katrina, passato alla storia negli USA come l’evento catastrofico, che ha causato il maggior numero di morti di sempre (l’80% della città è stata inondata: 1.500 vittime e quasi 900.000 dispersi) e ha messo in evidenza il fallimento delle già esistenti strategie di Riduzione del Rischio di Catastrofi (DRR), che sono sempre più focalizzate sugli argini e sui muri alluvionali – infrastruttura interamente grigia. Come notato nel Prologo, la perdita di zone umide nel delta del Mississippi, attraverso la cattura dei sedimenti nelle dighe a monte, fu un fattore fondamentale che ha contribuito ad aumentare gli impatti dell’uragano. Dopo Katrina, la legislatura dello stato della Luisiana ha istituito la Protezione Costiera e un’Autorità predisposta al Risanamento, inoltre, la città di New Orleans ha riformulato i suoi codici edilizi per beneficiare dei servizi di riduzione del rischio delle zone umide (Jacob et al., 2008; Rogers et al., 2015).

**Tabella 4.2** NBS per gestire il rischio di siccità nel Corno d’Africa

Casi di studio	Interventi – NBS	Risultati
<b>Spartiacque di Abreha we-Atebeha (Etiopia): aumento di disponibilità e sicurezza di cibo e acqua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trincee e fosse di percolazione</li> <li>• Calanchi erosi convertiti in siti per la raccolta dell’acqua</li> <li>• Fonti utilizzate come sorgenti di acqua potabile</li> <li>• Piantumazione di alberi da frutto e specie autoctone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasformare i terreni abbandonati in terreni agricoli produttivi per garantire l’autosufficienza alimentare</li> <li>• Sistema di irrigazione migliorato attraverso la raccolta e l’immagazzinamento dell’acqua</li> <li>• Aumento della vegetazione per una migliore qualità del suolo</li> </ul>
<b>Spartiacque del Lago Haramaya (Etiopia): sostenibilità della popolazione e delle risorse d’acqua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Misure di conservazione di terreno e acqua</li> <li>• Prezzo, allocazione e regolamenti per gli utenti</li> <li>• Opzioni di sussistenza diversificate</li> <li>• Semi e fertilizzanti migliori e irrigazione più efficiente per migliorare la produttività agricola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riduzione dei conflitti riguardanti l’acqua grazie all’istituzione di leggi specifiche sul suo utilizzo</li> <li>• Aumento della produzione del raccolto attraverso stagni e maggiore efficienza d’irrigazione tramite impianti a goccia</li> <li>• Migliore resilienza sociale per rispondere alla vulnerabilità fornita dalla siccità</li> </ul>
<b>Contea di Kitui (Kenya): raccolta d’acqua per il potenziamento economico locale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irrigazione su piccola scala</li> <li>• Dighe a sabbia sommersa</li> <li>• Immagazzinamento dell’acqua e infrastrutture per la distribuzione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maggiore fornitura d’acqua per la salute e la sussistenza</li> <li>• Conservazione della biodiversità e delle acque sotterranee attraverso la costruzione di dighe a sabbia sommersa</li> <li>• Riduzione dei potenziali conflitti relativi all’acqua</li> </ul>
<b>Bacino di Aswa-Agago (Uganda): aumento della resilienza alla siccità</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miglioramento delle infrastrutture per la fornitura di punti di acqua</li> <li>• Strutture di raccolta dell’acqua</li> <li>• Conservazione dell’ambiente</li> <li>• Fondi di emergenza utilizzati per comitati di utilizzatori di acqua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migliorata la qualità dell’acqua con conseguente riduzione delle malattie a trasmissione tramite acqua</li> <li>• Maggiori conoscenze delle misure di conservazione ambientale come la piantumazione di alberi multiuso</li> </ul>
<b>Lago Kako (Uganda): recupero della qualità dell’acqua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestione dei bacini</li> <li>• Piantumazione di alberi e altra vegetazione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migliorata la capacità di utilizzo di materiale locale per creare tecnologia</li> <li>• Migliorate le competenze per la gestione dei bacini e la conservazione del territorio</li> </ul>

Fonte: Basato su GWPEA (2016).

A ogni modo le funzioni idrologiche degli ecosistemi naturali, come le zone umide e le pianure alluvionali, sono molto meno comprese di quelle fornite dall’infrastruttura grigia. Di conseguenza, sono più ignorate nelle valutazioni politiche e nella gestione e pianificazione dello sviluppo e delle risorse naturali. I sistemi naturali possono, in alcune circostanze, aiutare a tamponare l’impatto negativo degli eventi idrologici estremi, riducendo il rischio per le persone. Lo fanno in due modi. Innanzitutto, attenuando gli impatti fisici immediati e in secondo luogo, aiutando le persone a sopravvivere e offrendo loro riparo dopo eventi significativi. A ogni modo il ruolo che i sistemi naturali giocano è complesso. I loro effetti sui flussi d’acqua e sull’aumento di temporali dipende da molti fattori, che variano ampiamente in base alle località. Inoltre, i sistemi naturali sono dinamici, ciò significa che il loro ruolo potrebbe cambiare nel tempo. A volte potrebbero mitigare i pericoli, mentre in altre circostanze, potrebbero contribuire ai processi naturali che generano pericoli. Per esempio, zone umide sorgive in Sudafrica hanno dimostrato di attenuare i flussi alluvionali all’inizio della stagione delle piogge, quando sono relativamente asciutte, ma generano un deflusso e contribuiscono ai flussi alluvionali successivamente, durante la stagione

umida, quando sono saturi (McCartney et al., 1998). La mancanza di comprensione di un quantitativo dettagliato delle funzioni regolative dei sistemi naturali e i modi per interpretarli nel contesto della Riduzione dei Rischi di Disastri (DRR) restano la lacuna scientifica più grande. È spesso poco chiaro quali funzioni siano esattamente svolte e come queste funzioni mutino nel tempo (es. tra le stagioni e negli anni - cf. Bullock and Acreman, 2003). La mancanza sia di informazioni quantitative che di un metodo riconosciuto per integrare le funzioni regolative nei processi decisionali relativi alla Riduzione dei Rischi di Disastri (DRR) rende difficile lo sviluppo delle NBS a tal proposito. L’ulteriore complessità è data dalla crescente difficoltà di definire o addirittura di identificare gli ecosistemi “naturali”. La maggior parte dei servizi eco sistemici in gioco nei processi per la DRR provengono da territori gestiti – che potrebbero includere elementi naturali o meno.

Queste complessità sono dimostrate da un recente tentativo di valutare il flusso delle funzioni regolatrici degli ecosistemi naturali (es. zone umide, pianure alluvionali e le foreste del Miombo) nel bacino dello Zambesi, da McCartney et al. (2013). Il metodo sviluppato in questo studio



Ripristinare le pianure alluvionali e costruire nuove zone salmastre potrebbe aiutare a gestire il cambiamento e la variabilità idrologica e porterebbe immensi benefici all'ambiente con ripercussioni positive in ambiente socio-economico

utilizza le registrazioni del flusso di corrente osservato e tecniche idrologiche standard, "al fine di trarre una serie di tempi simulati del flusso, in assenza di un ecosistema. Questo può essere comparato con una serie di tempi osservati per valutare l'impatto dell'ecosistema sul regime di portata. Il metodo è stato applicato a 14 località del bacino. I risultati indicano che i diversi ecosistemi colpiscono i flussi in modi differenti. Generalmente: i) le pianure alluvionali riducono i flussi alluvionali e incrementano quelli bassi; ii) le zone umide sorgive aumentano i flussi alluvionali e diminuiscono i flussi bassi; iii) la foresta del Miombo, coprendo più del 70% del bacino, diminuisce i flussi alluvionali e quelli bassi. A ogni modo, in tutti i casi, ci sono esempi che generano risultati contrari e non sono state riscontrate semplici correlazioni tra l'estensione di un tipo di ecosistema in un bacino e l'impatto sul regime di portata." (McCartney et al., 2013, p. vii). "Questo conferma che gli effetti sul flusso sono una funzione non solo della presenza/assenza di diversi tipi di ecosistema, ma anche di una gamma di altri fattori biofisici, inclusi la topografia, il clima, il sole, la vegetazione e la geologia. Di conseguenza le funzioni idrologiche degli ecosistemi naturali dipendono, su ampia scala, da caratteristiche di localizzazione specifica, che rende difficile una generalizzazione" (McCartney et al., 2013, p. 26). In gran parte, lo stesso vale per l'infrastruttura grigia, i territori/ecosistemi gestiti e le applicazioni di infrastruttura ibrida verde-grigia.

Zone umide artificiali (vedi i Capitolo 3 e 5) – un'altra gamma delle NBS o soluzioni ibride – sono sempre più usate per il trattamento delle acque delle tempeste, il ripristino dell'idrologia naturale dei bacini urbani, la riduzione dell'erosione a valle dalle acque delle tempeste e, più recentemente, come una strategia di gestione del rischio di disastro (Tidball, 2012). Si discute che ripristinare le pianure alluvionali e costruire nuove zone umide potrebbe contribuire nella gestione della variabilità e del cambiamento idroclimatico, e che apporta notevoli benefici correlati socio-economici e ambientali, poiché aiuta a salvaguardare dagli eventi climatici estremi e dai disastri (Benedict and McMahon, 2001; Beatley, 2011; Haase, 2016). Zone umide artificiali sono appositamente costruite per svolgere alcuni servizi ecologici specifici come il trattamento delle acque reflue municipali, industriali e agricole, o per fornire spazi ricreativi e, inoltre, per la gestione del deflusso urbano e rurale (TEEB, 2011 and Box 4.1). Hanno, inoltre, una rilevanza significativa nella Nuova Agenda Urbana, poiché potrebbero essere applicate per moderare gli impatti del cambiamento climatico e degli estremi climatici in ambienti urbani, e per la protezione di

aree urbane basse. Singapore ha esemplificato questa argomentazione per progettare il suo adattamento climatico e un piano di attenuazione con zone umide artificiali e corridoi verdi (Newman, 2010).

Le discussioni sopra argomentate alludono alla necessità di rivedere il concetto generale di riserva idrica nei contesti di infrastruttura verde e grigia e DRR. McCartney and Smakhtin (2010) hanno introdotto il concetto di un continuum di riserva idrica (Figura 4.7), suggerendo che la pianificazione della riserva presso il bacino fluviale e su scale regionali dovrebbe considerare un portfolio delle opzioni di riserva superficiale sotterranee (e la loro combinazione)

#### BOX 4.1

### GESTIONE DELL'ACQUA E PREVENZIONE DELLE INONDAZIONI IN FRANCIA - LafargeHolcim

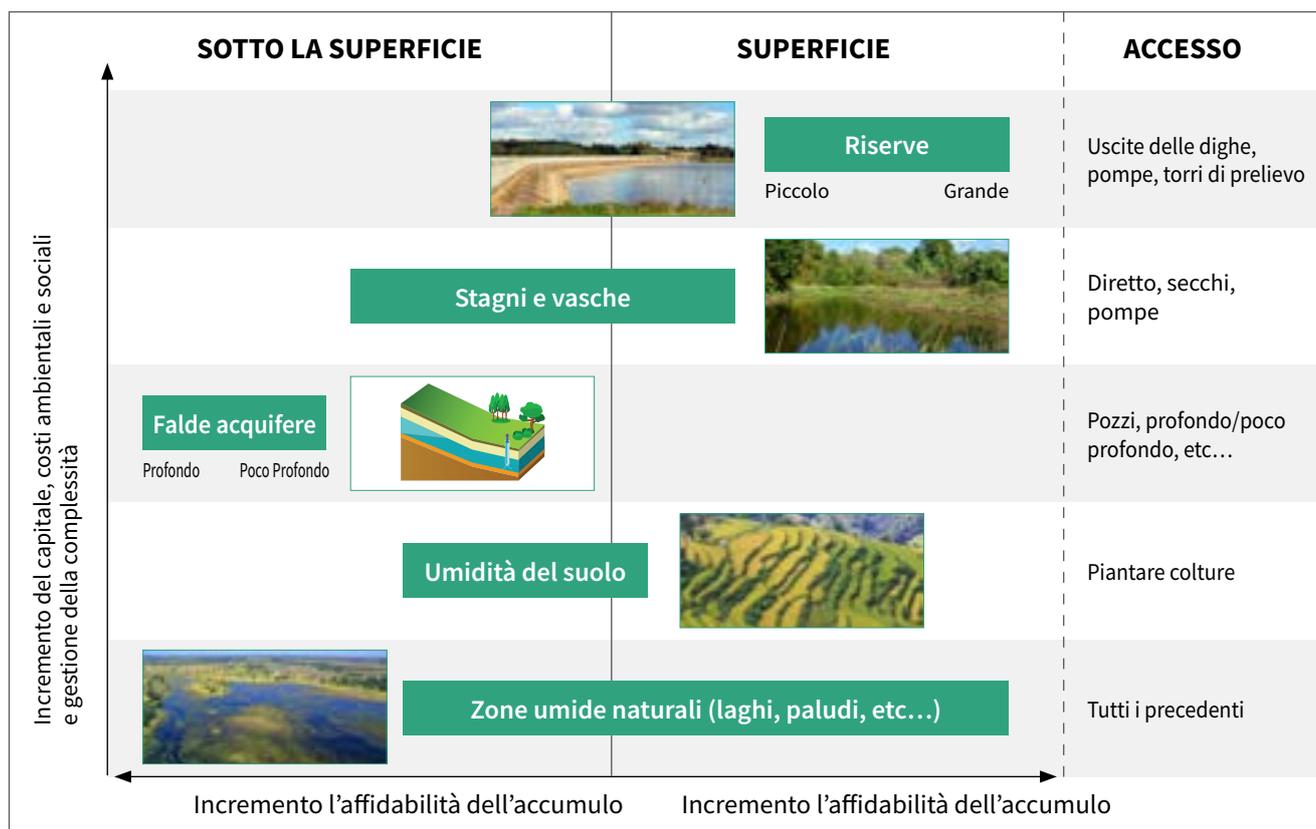
LafargeHolcim - un grande azienda di materiali da costruzione ha dimostrato come le cave possono essere sfruttate come riserva d'acqua durante le condizioni di piena riducendo o impendendo allagamenti. La società ha lavorato per oltre 15 anni con il comune di Bellegarde nel sud della Francia per espandere l'infrastruttura di prevenzione delle inondazioni e creare zone umide diventate pienamente operative nel 2015. Le aree estratte dalla cava sono state convertite in serbatoi di acqua piovana con una capacità totale di 2,5 milioni di m<sup>3</sup>, riducendo il rischio di inondazioni nella locale comunità (vedi Figura). L'esperienza di LafargeHolcim dimostra che lo sviluppo di schemi di riabilitazione di cava con le autorità locali e le comunità diventa una situazione "win-win": da un lato si evitano i danni provocati dalle inondazioni, creando al contempo zone umide che sono ricche di biodiversità e garantendo aree ricreative alla comunità. (WBCSD, 2015c).

Figura | Le cave di LafargeHolcim nel comune di Bellegarde, sud della Francia, convertite in riserve di acqua piovana



Foto: WBCSD

**Figura 4.7** Accumulo di acque continuo



Fonte: adattato da McCartney e Smakhtin (2010, fig.2, p.5).

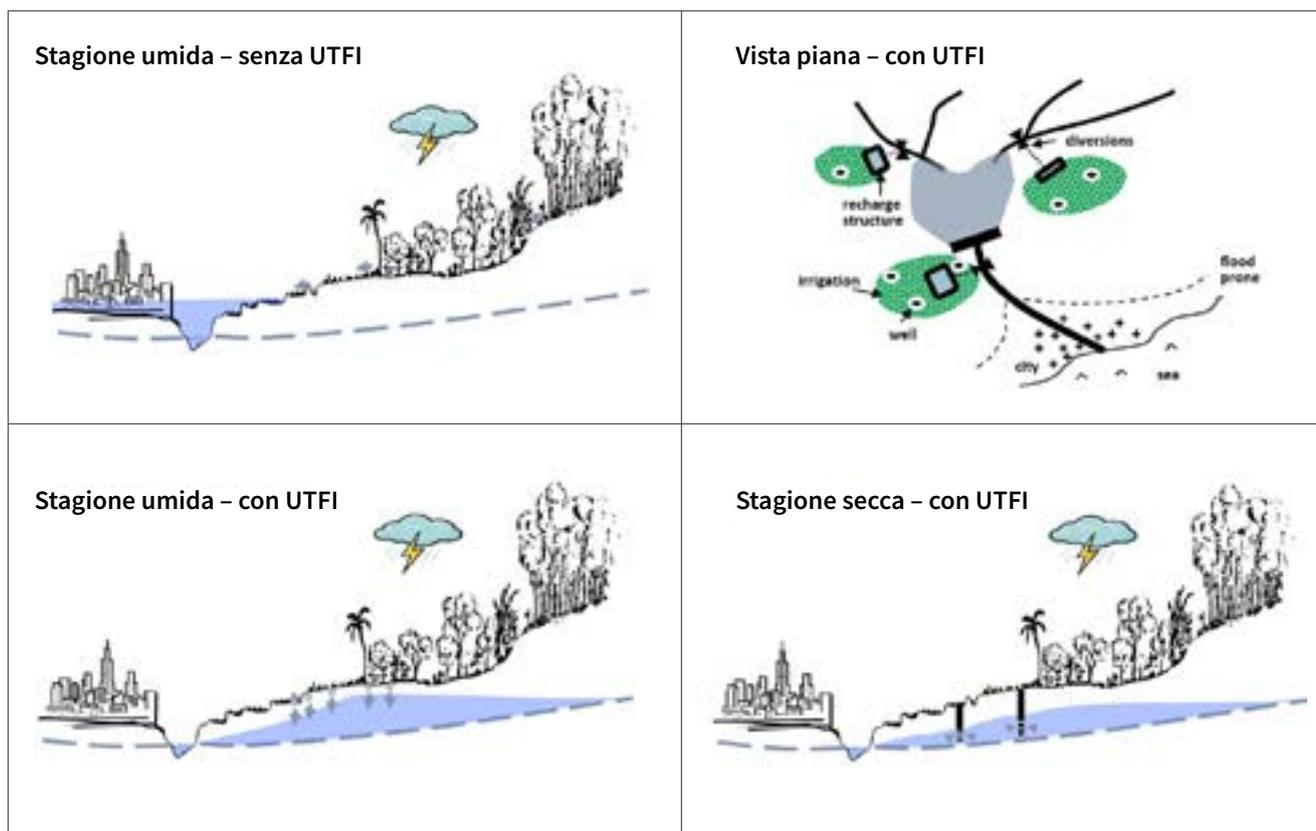
per arrivare ai migliori risultati ambientali ed economici, di fronte alla variabilità crescente di risorse idriche. Il concetto di NBS era una componente integrale di questo approccio, poiché la gamma di opzioni di riserva considerate includeva varie forme di riserve naturali, come le zone umide e le falde acquifere. Sayers et al (2014) riconosce, inoltre, che la riserva e le infiltrazioni delle zone umide, delle dune, delle regioni montuose sono tutte infrastrutture legittimate per la gestione alluvionale e dovrebbero essere usate per gestire l'acqua alluvionale parallelamente all'infrastruttura grigia "convenzionale", come argini e varchi.

Le misure di gestione naturali delle inondazioni non forniscono da sole la protezione dalla maggior parte degli eventi estremi, ma possono moderare le più frequenti (e più piccole) e contribuiscono a ridurre il costo delle infrastrutture (grigie) convenzionali, se utilizzate in combinazione con esse. Allo stesso tempo, i risultati iniziali di un bacino idrografico nel Regno Unito hanno dimostrato che la difesa convenzionale dalle inondazioni e la gestione naturale delle alluvioni possono offrire vantaggi comparabili e che i benefici attribuibili agli interventi di gestione naturali delle inondazioni aumentano nei futuri climatici più estremi (Sayers et al., 2014). Complessivamente, una combinazione di soluzioni incentrate sulla natura o integrate nella natura (come la gestione del territorio, lo stoccaggio delle zone umide e la ri-connessione delle pianure alluvionali) e le misure selettive di "percorso duro" (come i canali di bypass, lo stoccaggio controllato, ecc.) offrono maggiori opportunità di gestire i rischi e promuovere i servizi ecosistemici.

Le NBS per le falde acquifere presentano importanti potenzialità non ancora realizzate per alleviare gli impatti negativi delle alluvioni e della siccità nella stessa regione/bacino e del progressivo cambiamento climatico complessivo. Le acque sotterranee hanno un importante ruolo ambientale nel sostenere i flussi fluviali e i servizi ecosistemici. Anche le acque sotterranee stanno diventando una risorsa sempre più importante per lo sviluppo umano e la sua economia. Le acque sotterranee sono più accessibili per le comunità povere rispetto al flusso del fiume, ad esempio, e sono meno vulnerabili agli impatti dei cambiamenti climatici, come l'aumento delle temperature. Un aspetto correlato è una migliore gestione del suolo (una NBS) per la gestione dell'infiltrazione, e quindi sia il deflusso e la ricarica delle acque sotterranee, per la ritenzione idrica del suolo, che è un fattore particolarmente importante per la sicurezza dell'acqua e per la produzione agricola.

Le falde acquifere possono avere una grande capacità di stoccaggio dell'acqua. Questa capacità non include solo acque sotterranee già nelle falde acquifere, ma anche acqua aggiuntiva. Una falda acquifera sotterranea è un contenitore molto utile per superare le fluttuazioni della riserva naturale di acqua. Ad esempio, nelle aree che affrontano alte variazioni stagionali, l'acqua in eccesso dei periodi umidi può essere immagazzinata sottoterra per migliorare successivamente la disponibilità di acqua dolce durante i periodi di siccità. Lo stoccaggio sotterraneo, potenziato con metodi di spargimento, ricarica o iniezione semplici o più tecnicamente avanzati, fornisce un ulteriore stoccaggio di acqua dolce che può aumentare la sicurezza della disponibilità dell'acqua. Tali tecniche che aumentano intenzio-

**Figura 4.8** Uno schema riassuntivo del concetto di “addomesticamento sotterraneo” delle inondazioni per le irrigazioni (UTFI)



Fonte: basato su Pavelic et al. (2012).

nalmente la ricarica delle acque sotterranee mediante la costruzione di infrastrutture e/o la modifica del paesaggio sono noti collettivamente come la ricarica di una falda acquifera gestita (MAR). Questa NBS ha il potenziale per raggiungere vari scopi (Dillon et al., 2009; Gale et al., 2006), tra cui la massimizzazione dello stoccaggio dell'acqua, il reintegro delle falde acquifere, il miglioramento della qualità dell'acqua, il miglioramento della qualità del suolo e la fornitura di benefici ecologici come le acque sotterranee con vegetazioni e flussi fluviali migliorati.

Le NBS basate sulle falde acquifere, come gli interventi MAR su larga scala, possono essere applicate in determinate condizioni fisiologiche per ridurre i rischi di alluvioni e siccità nello stesso bacino fluviale. Tali soluzioni sostenibili, economicamente vantaggiose e scalabili possono essere particolarmente rilevanti nel contesto dei paesi in via di sviluppo in cui la vulnerabilità ai disastri legati all'acqua e agli impatti dei cambiamenti climatici non ha precedenti. Una soluzione innovativa chiamata “addomesticamento sotterraneo delle inondazioni per l'irrigazione” (UTFI) è stata sviluppata specificamente per questi casi (Pavelic et al., 2012; 2015). L'UTFI prevede la facilitazione della ricarica delle falde acquifere per immagazzinare flussi elevati di acqua dai bacini idrici, mitigando in tal modo le inondazioni locali e a valle e affrontando contemporaneamente la siccità rendendo disponibile acqua sotterranea aggiuntiva per tutti i bisogni umani, compresa l'intensificazione della produzione di colture irrigue (Pavelic et al., 2012). L'UTFI è un'applicazione specifica che mette la pratica ben consolidata del MAR in una prospettiva molto più ampia e che consente di gestire

le risorse idriche superficiali e sotterranee all'interno di un bacino in modo più olistico. L'UTFI utilizza le infrastrutture naturali (falde acquifere) a una scala senza precedenti e quindi rappresenta essenzialmente un “programma NBS” su larga scala. La figura 4.8 illustra questo concetto di NBS mostrando la trasformazione prevista dalla situazione esistente (deflusso eccessivo incontrollato durante periodi umidi, che spesso provoca inondazioni catastrofiche a valle - in alto a sinistra), attraverso una serie di deviazioni e strutture MAR in un bacino idrografico (in alto a destra - vista in pianta) che catturano l'acqua in eccesso nelle falde acquifere e riducono le inondazioni a valle, evitando catastrofi (in basso a sinistra) e creando un bacino “senza alluvione e senza siccità” (in basso a destra), dove l'acqua in eccesso viene catturata durante la stagione umida e immagazzinata nelle falde acquifere per venire utilizzata per l'irrigazione negli periodi successivi più secchi.

L'UTFI mira a trasformare questi rischi in benefici sociali e ambientali in termini di:

- maggiore sicurezza idrica/resilienza alla siccità;
- riduzione dei costi pubblici/privati in termini di danni da alluvioni;
- aumento della sicurezza alimentare, produzione agricola, occupazione e reddito degli agricoltori;
- aumento dei flussi base durante la stagione secca nei fiumi e nelle zone umide.

Il raggiungimento di questo obiettivo richiede un'attenta selezione del sito, la progettazione del sistema, l'instal-

## VALUTAZIONE DEL CONCETTO DI UTFI NEL BACINO DEL FIUME DI CHAO PHRAYA, THAILANDIA

Il bacino del fiume Chao Phraya (160.400 km<sup>2</sup>) subisce regolarmente sia gravi inondazioni nella parte superiore e inferiore sia gravi fenomeni di siccità legate a El Niño. Le risorse economiche sono pesantemente allocate in tutti i settori, impedendo ogni possibilità di nuovi serbatoi di grandi dimensioni - infrastrutture di stoccaggio idrico. Un'analisi dei registri di flusso mostrano che, in media, il 28% dei flussi di stagione umida che si scaricano nel Golfo della Thailandia (3,37 miliardi di m<sup>3</sup> all'anno) potrebbero essere raccolti senza un impatto significativo sull'uso dell'acqua dagli attuali depositi di grandi e medie dimensioni, né dall'ecosistema fluviale o costiero. Prove sul campo con i bacini di ricarica costruiti hanno rivelato che questa acqua potrebbe essere facilmente ricaricata e sistemata all'interno della vasta profondità delle falde acquifere nelle pianure centrali, situate a monte delle principali aree soggette a inondazioni. Ciò compenserebbe anche il declino nei livelli delle acque sotterranee nelle pianure agricole a causa del pompaggio annuale per irrigare le colture. Catturare il picco dei flussi richiederebbe la conversione di circa 200 Km<sup>2</sup> di terreno per il ripopolamento delle acque sotterranee - l'equivalente di circa lo 0,1% dell'area del bacino. Ciò non solo ridurrebbe l'entità e i costi delle inondazioni, ma anche un vantaggio economico di circa 200 milioni di US \$ di reddito agricolo all'anno a fronte di acqua supplementare resa disponibile nei periodi più secchi per le famiglie di agricoltori. Gli investimenti di capitale potrebbero essere recuperati su intervalli temporali di un decennio o meno. È necessaria un'attenta governance per sostenere il successo del sistema. Ad esempio, gli agricoltori avrebbero bisogno di essere incoraggiati a utilizzare la propria terra per la ricarica e quindi diventare "steward" che gestiscono le infrastrutture a vantaggio delle comunità a valle. I gestori delle risorse idriche e le autorità per la protezione dalle inondazioni avrebbero bisogno di fornire nel complesso coordinamento, rafforzamento delle capacità e incentivi per un'efficace adozione da parte degli agricoltori. Portare questo studio alla realtà nel Chao Phraya richiederebbe indagini dettagliate per determinare le aree in cui le condizioni ambientali sono adatte alla ricarica della falda acquifera, nonché analisi per identificare gli assetti istituzionali funzionanti (Pavelic et al., 2012).

Figura | Mantenere uno stagno creato sotto UTFI



Foto: Prashanth Vishwanathan/IWMI

lazione e il capitale di esercizio, la governance locale e la conoscenza dei potenziali impatti ambientali per garantire che l'implementazione sia rispondente alla domanda, alle condizioni e ai vincoli locali. Un valido esempio viene da un esame delle prospettive di UTFI nel bacino del fiume Chao Phraya in Thailandia ( riquadro 4.2).

Questo caso di studio mostra che le NBS come l'UTFI possono ridurre sia i rischi legati alle alluvioni che quelli connessi alla siccità, offrendo così molteplici benefici. È chiaro anche da quanto sopra che i vantaggi socio-ecologici di UTFI diventano più concreti se implementati su larga scala, ad

esempio migliaia di km<sup>2</sup>. Per sviluppare prove che supportino l'implementazione in India, UTFI è attualmente un progetto pilota nel Gange. Anche se i programmi di ricarica delle acque sotterranee su larga scala sono stati operativi in India per decenni, l'attenzione si è concentrata sulle aree scarsamente idriche senza un'enfasi reale sulla gestione del rischio di alluvioni. Bacini molto inclini alle inondazioni come il Gange mostrano ora chiari segni di esaurimento delle falde acquifere (Shah, 2009). Per supportare l'introduzione di UTFI in India, è in corso un approccio in quattro fasi (Pavelic et al., 2015). Esso comprende: i) una valutazione delle opportunità (che ha già stabilito che quasi il 70%

della pianura Gangetic ha un'eccellenza da alta ad altissima per l'UTFI); ii) un processo pilota, avviato nel distretto di Rampur, nello stato dell'Uttar Pradesh, che ha comportato il rinnovamento degli stagni del villaggio, l'installazione di strutture di ricarica e il monitoraggio continuo degli impatti; iii) il coinvolgimento delle parti interessate dall'inizio e durante tutto il processo pilota, comprese le comunità agricole locali e i funzionari dei settori di irrigazione e agricoltura, il settore privato e i media, per assicurare la proprietà della comunità; e iv) convergenza con la politica, registrazione del processo pilota nell'ambito del programma di punta di occupazione rurale "Mahatma Gandhi" (che consente alla comunità di essere remunerato per partecipare al progetto UTFI) e nel piano nazionale "Pradhan Mantri Krishi Sinchayee Yojana" (che mira a fornire ogni fattoria con accesso all'acqua), così come l'inclusione di UTFI nel piano di irrigazione distrettuale per Rampur. Attualmente, è in programma la creazione di una serie più ampia di siti di dimostrazione all'interno del bacino del Gange, al fine di creare un'esperienza più diversificata e una guida più forte sulle modalità operative per sostenere una più ampia attuazione. L'approccio UTFI, se implementato in una scala di grandi dimensioni come il Chao Phraya o il Gange, diventa essenzialmente un'alternativa NBS alle convenzionali grandi dighe di superficie.

### 4.3 Sfide per abilitare le NBS nel contesto della variabilità e della riduzione dei rischi

Esistono numerose sfide per l'adozione e l'implementazione ampia delle NBS. Sono sia globali che generiche, specifiche per regione o basate sul luogo, e spesso applicabili a NBS in generale, piuttosto che a NBS nel contesto della semplice riduzione del rischio e della gestione della variabilità. Le sfide includono ma non sono limitate a:

- il predominio schiacciante delle soluzioni infrastrutturali grigie per i rischi legati alla variabilità delle risorse idriche negli attuali strumenti dei governi - dalla politica pubblica ai codici edilizi (WMO, 2007). Allo stesso modo, questo dominio esiste nell'orientamento dei mercati economici, nelle competenze dei fornitori di servizi e, di conseguenza, nelle menti dei responsabili politici e del pubblico in generale. Questi fattori collettivamente si traducono in un'inerzia generale contro lo sviluppo e l'uso delle NBS e un pregiudizio contro di esse, che sono spesso percepiti come meno efficienti dei sistemi antropogenici/artificiali. In altre parole, ad esempio, l'immagine di un muro di cemento o di un argine che impedisce all'acqua di entrare domina le menti e le pratiche correnti. Ciò comporta una mancanza di incentivi, risorse finanziarie e altri requisiti di sviluppo per le NBS che possono essere sviluppati e applicati nel contesto della gestione della variabilità, dei rischi di catastrofi legati all'acqua e dei cambiamenti climatici. La mancanza di documentazione, comunicazione e riconoscimento dei costi risparmiati quando NBS ha contribuito a ridurre i danni da eventi estremi alle infrastrutture grigie, alle persone e all'economia contribuisce alla sua inerzia. Inoltre, troppo spesso, il valore di NBS e l'aumento dei costi degli eventi estremi diventano più chiari solo quando gli ecosistemi (e i servizi forniti) sono significati-

vamente peggiorati e quando le pratiche convenzionali risultano insufficienti.

- la mancanza di consapevolezza, comunicazione e conoscenza di ciò che la NBS può realmente offrire per ridurre i rischi di variabilità dell'acqua rispetto alle soluzioni grigie "convenzionali" a tutti i livelli, dalle comunità ai pianificatori regionali e ai responsabili delle politiche nazionali (WMO, 2006). Ciò è anche parzialmente causato dal livello insufficiente di ricerca e sviluppo delle NBS correlate alla DDR, specialmente in termini di analisi costi-benefici delle prestazioni NBS in confronto o in combinazione con soluzioni grigie.
- la mancanza di comprensione di come integrare l'infrastruttura naturale e artificiale per mitigare i rischi di inondazioni, siccità e variabilità dell'acqua in generale, e una generale mancanza di capacità su come implementare le NBS nel contesto della riduzione del rischio legato all'acqua, anche in quei casi dove c'è la volontà di implementare le NBS. Ad esempio, le NBS su larga scala come l'UTFI descritto sopra, non hanno raggiunto la fase dei manuali documentati e sono solo a livello di progetti pilota. Questo problema è forse tipico di tutte le tecnologie nuove/emergenti, a patto che la NBS possa essere vista come una "tecnologia". Inoltre, i disincentivi si verificano quando l'NBS mal progettato non riesce e contribuisce alla visione distorta di cui sopra.
- Miti e / o incertezza su come funzionano le infrastrutture naturali (ad esempio in relazione a foreste, zone umide e falde acquifere), cosa i "servizi ecosistemici" significano in termini pratici (e in particolare come funzionano i servizi di regolazione del flusso). Quanto sopra si traduce in una mancanza di conoscenza quantitativa su quale impatto può essere raggiunto, ad esempio riducendo i picchi di piena (causa di allagamenti) o la siccità.
- Difficoltà nel fornire valutazioni chiare delle performance dei progetti correlati alla NBS nel contesto della riduzione del rischio di eventi estremi. Inoltre, non è del tutto chiaro, a volte, cosa costituisca una NBS e quale sia una soluzione ibrida. Vi è una mancanza di linee guida tecniche, strumenti e approcci per determinare il giusto mix di NBS e opzioni infrastrutturali grigie.
- L'uso della terra per NBS può creare tensioni e possibili conflitti con gli usi alternativi della terra. Tuttavia, in tutta onestà, è necessario notare che le infrastrutture grigie sono spesso direttamente consumatrici di terra o hanno impatti negativi indiretti sulla terra. Allo stesso tempo, alcune NBS (ad esempio, UTFI) richiedono solo una piccola percentuale di un'area di bacino fluviale per ottenere l'effetto su tutto il territorio di ridurre l'impatto di inondazioni e della siccità.
- Una sfida più implicita, ma reale, è il predominio di un approccio reattivo anziché proattivo alla gestione delle catastrofi legate all'acqua. Un approccio reattivo riguarda le conseguenze dei disastri, e in tale contesto l'uso delle NBS è limitato. L'NBS potrebbe avere un potenziale molto maggiore se "attivato" nella pianificazione e nell'attuazione di misure di riduzione del rischio - prima di giungere ad una situazione di emergenza.

5

# ESPERIENZE NAZIONALI E REGIONALI CON LE IMPLEMENTAZIONI



WWAP | Richard Connor and David Coates

Con il contributo di<sup>12</sup> : Andrei Jouravlev (UNECLAC);

Aida Karazhanova and Stefanos Fotiou (UNESCAP); Simone Grego (UNESCO Multisectoral Regional Office in Abuja); Carol Chouchani Cherrane and Dima Kharbotli (UNESCWA); Chris Zevenbergen (IHE Delft); Rebecca Welling (IUCN); Chris Spray (University of Dundee, Centre for Water Law Policy and Science (under the auspices of UNESCO)); Tamara Avellán (UNU-FLORES)<sup>13</sup> ; Dragana Milovanović (ISRBC); Franco A. Montalto (Drexel University); Anne Schulte-Wülwer-Leidig (ICPR); Marta Echavarría (EcoDecision); Shreya Kumra (UNESCAP); and Pablo Lloret (EPMAPS)

Ponte di legno a Wuyuanwan Wetland Park in Xiamen (Cina)



## 5.1 Introduzione

Considerando che i capitoli precedenti sono stati esaminati opportunità per l'implementazione di NBS alla luce di tre aspetti critici - obiettivi di gestione delle acque - migliorare la disponibilità di acqua, migliorare la qualità dell'acqua e ridurre i rischi di catastrofi - questo capitolo intende rendere una visione più ampia sulla valutazione degli aspetti rilevanti di implementazione di NBS e dei molteplici benefici legati ad esempi sulle buone pratiche ed agli insegnamenti che tali implementazioni hanno fornito.

Diverse regioni (e sottoregioni) possono affrontare diverse o simili sfide, di entità diverse, connesse alla gestione complessiva delle risorse idriche che possono scaturire sia per quanto riguarda le condizioni fisiche idrologiche che per la gestione politica/amministrativa, competenze, finanza. Sebbene tutto ciò possa comportare un mix diverso e diverso gradiente di implementazione delle NBS, emergono alcuni tratti comuni che possono aiutare e coadiuvare l'implementazione di pratiche NBS in luoghi sulla base di positive esperienze effettuate in altri posti.

## 5.2 Implementazione di NBS relativamente ai bacini

### 5.2.1 Gestione dei bacini idrografici

Come descritto nella Sezione 1.3, le caratteristiche biologiche e geofisiche di un bacino fluviale influenzano direttamente la quantità e qualità dell'acqua che scorre a valle nel tempo e nello spazio. Qualsiasi cambiamento significativo in queste caratteristiche (ad esempio LULUC) può alterare queste caratteristiche idrologiche. Una migliore gestione del terreno può quindi essere considerata come un insieme di pratiche NBS rivolte ad un miglioramento complessivo per

<sup>12</sup> Gli autori desiderano ringraziare Alexander Belokurov, Sonja Köeppel e Annukka Lipponen dell'UNECE per l'input.

<sup>13</sup> Le opinioni espresse in questo capitolo sono quelle dell'autore / i. La loro inclusione non implica l'approvazione da parte dell'Università delle Nazioni Unite.



Una migliore gestione del territorio può essere vista come un'insieme di NBS che possono accrescere collettivamente la sicurezza dell'acqua

la garanzia di fonti idriche. Vi sono al riguardo esempi di tali pratiche e comportamenti su diverse regioni.

In Arabia Saudita, la pratica Hima risale a 1500 anni addietro come approccio organizzato per proteggere la terra e le risorse idriche. Su questa base, tutti le parti interessate hanno il controllo delle terre e sono responsabili per la loro tutela, quella dei semi e delle risorse idriche. L'indebolimento delle tribu locali unitamente ad un cambio dell'utilizzo della terra ha comportato una progressiva scomparsa della metodologia Hima con il passar degli anni. Tuttavia, diverse iniziative sono state intraprese per far ritornare in auge l'Hima come sistema di preservazione delle terre e relative risorse idriche nella regione Araba, inclusa la Giordania. Il restauro e la protezione della spartiacque e dispiuvi diventano sempre più importanti nel sostegno delle risorse idriche nelle città in rapida crescita. Molti spartiacque naturali sono sempre di più colpiti dalla deforestazione, cambiamento di uso del suolo, agricoltura intensiva estrazione mineraria, crescita demografica e cambiamenti climatici. La degradazione del bacino idrico influisce negativamente sull'approvvigionamento idrico, in particolare per la popolazione urbana, riducendo la disponibilità dell'acqua in alcune stagioni, mentre in altri periodi causano gravi inondazioni con conseguenti danni ai centri urbani e relativi costi di manutenzione, senza contare la compromissione della qualità dell'acqua.

Gli impatti del degrado degli spartiacque sono chiaramente evidenziati nella parte alta del bacino Tana del Kenya (vedi Box 2.5 e 5.4), che fornisce il 95% del consumo idrico di Nairobi e il 50% dell'energia idroelettrica del Kenya. Negli ultimi 45 anni, alcune delle foreste del bacino sono state sostituite con i campi agricoli e la domanda di acqua per sostenere la produzione di orticoltura è aumentata. Inoltre, l'invasione delle zone umide naturali che una volta contenevano acqua di scarico consentendo una ricarica delle falde acquifere, ha compromesso questa possibilità di scorta idrica naturale durante le stagioni e periodi di scarsità idrica.

L'espansione agricola insieme all'erosione del suolo e le frane hanno poi aumentato i sedimenti nei fiumi locali. Questi fattori hanno ridotto la produzione di acqua durante i periodi di siccità e aumento dei sedimenti nei torrenti. La capacità di recupero del sistema per far fronte alla siccità dovuta al deflusso carico di sedimenti durante la stagione umida ha aumentato i costi di trattamento delle acque, in alcuni casi oltre il 33% (Hunink and Droogers, 2011; TNC, 2015).

## BOX 5.1

### RIPRISTINO DEL "SISTEMA HIMA" IN GIORDANIA

Un progetto di rivitalizzazione delle pratiche tradizionali di gestione del territorio di Hima è stato implementato nel bacino del fiume Zarqa, che ospita la metà della popolazione della Giordania. La gestione inappropriata della terra e delle risorse e

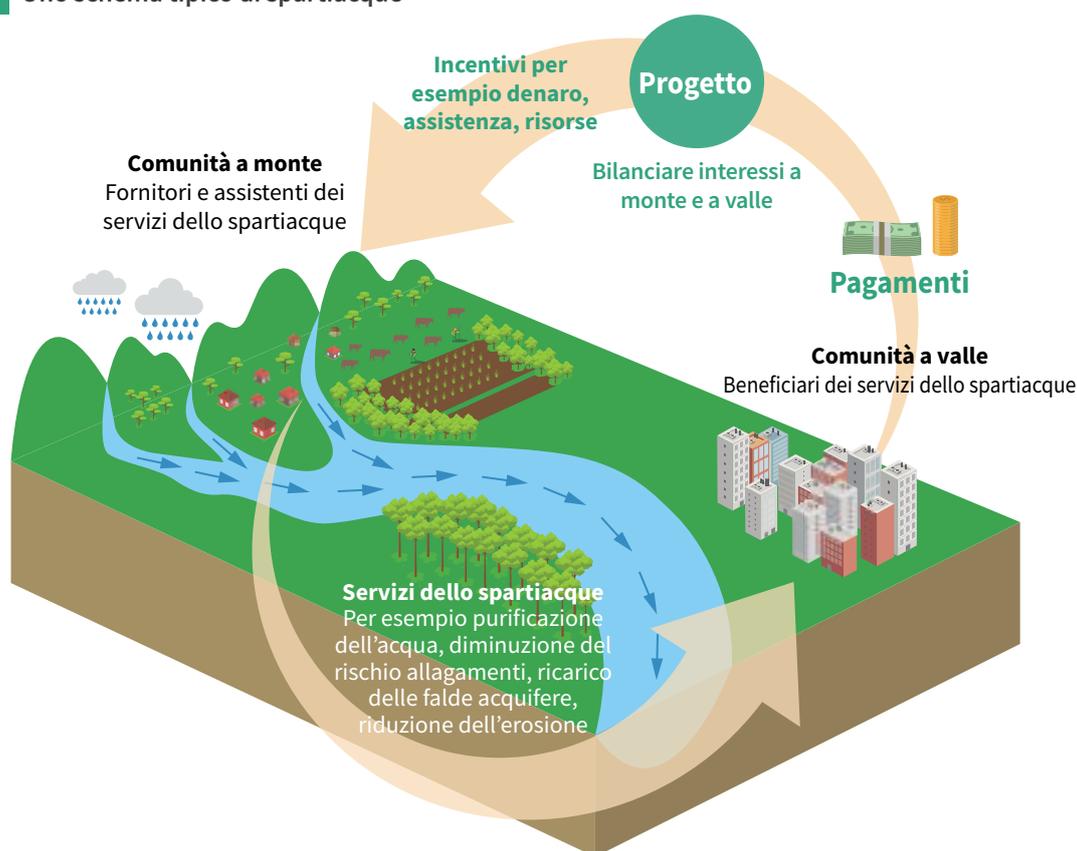
lo sviluppo insostenibile hanno provocato il degrado del territorio e il sovra-sfruttamento delle risorse idriche sotterranee. Tradizionalmente venivano seguite le pratiche di gestione del territorio di Hima, che consistevano fondamentalmente nel mettere a riposo le terre per consentire alla terra di rigenerarsi naturalmente. In parallelo, ciò ridurrebbe lo stress sulle risorse idriche sotterranee dal punto di vista della qualità dell'acqua e della quantità di acqua. Tuttavia, come risultato della crescita della popolazione e della delimitazione dei confini interstatali che limitavano la mobilità, la pratica fu sostituita da un'agricoltura intensiva continua. La ricerca ha anche dimostrato che il passaggio dalle procedure di Hima a queste insostenibili pratiche di gestione del territorio è stato ulteriormente esacerbato dai cambiamenti nel possesso della terra dalla proprietà terriera tribale a quella privata e dall'emissione di sussidi governativi per il raccolto a secco. Nell'ambito del progetto di rianimazione delle pratiche di gestione del territorio di Hima, sono stati fatti sforzi per responsabilizzare le comunità locali trasferendole diritti di gestione. I risultati hanno anche dimostrato un aumento della crescita economica (ad esempio attraverso la coltivazione di piante indigene di valore economico) e la conservazione delle risorse naturali nel bacino del fiume Zarqa. Nell'ambito dell'attuazione del progetto, sono stati istituiti anche i partenariati governativi e comunitari. Sono stati condotti seminari di capacity building per scambiare informazioni sulle lezioni apprese e le sfide, nonché campagne di sensibilizzazione per promuovere le questioni in gioco. Sulla base del successo di questa iniziativa, la Strategia nazionale di Rangeland della Giordania (2014) ha incorporato l'approccio Hima come mezzo efficace per affrontare la governance dei pascoli nazionali.

Fonti: Cohen-Shacham et al. (2016) e Ministero dell'Agricoltura della Giordania (2014).

Contributo di Carol Chouchani Cherfane (UNESCWA).

Questa situazione spiega il crescente interesse da parte delle autorità del settore igienico sanitario nei confronti dell'approvvigionamento idrico gestito con ed attraverso modalità e filosofia NBS in particolare nella gestione di dispiuvi e spartiacque, per la protezione della città e delle fonti di approvvigionamento idrico, in particolare per quanto riguarda la qualità dell'acqua (principalmente per combattere l'inquinamento dovuto a fonti non puntiformi da parte di fertilizzanti, erbicidi e insetticidi da agricoltura intensiva, batteri derivanti dalla produzione di bestiame e dai sedimenti dalla deforestazione). Maggiore attenzione

**Figura 5.1** Uno schema tipico di spartiacque



Fonte: adattato da Bennet et al. (2013, fig.7, p.1).

alla cura di displuvi e spartiacque - in particolare, protezione del territorio, riforestazione e il restauro rivierasco - dovrebbero contribuire a ridurre i costi di gestione e manutenzione dei servizi idrici urbani, migliorare la qualità del servizio e riducendo i costi ed investimenti elevati per far fronte alle necessità idriche. (Echavarría et al., 2015). La gestione dei bacini idrografici non è vista solo come un vantaggio economico complementare all'infrastruttura tradizionale, ma anche come un modo per generare altri importanti benefici, vale a dire sviluppo economico locale, creazione di posti di lavoro, protezione della biodiversità e resilienza climatica (LACC / TNC, 2015). Queste iniziative ed il relativo accrescimento delle competenze in tal senso sono già in essere, come documentato in diversi esempi di NBS per la protezione dei displuvi.

### 5.2.2 Ritorno economico dei servizi ambientali

Il caso del sistema di approvvigionamento idrico per New York City, iniziata nel 1997, è una dei più conosciuti ed apprezzati esempi documentati di implementazione di NBS per la protezione dei bacini idrografici. È stato uno dei primi casi di successo per lo schema ed il metodo PES. Oggi sono disponibili tre bacini idrici protetti in New York City con il più grande rifornimento idrico non filtrato negli Stati Uniti, consentendo alla città un risparmio di più di 300 milioni di dollari all'anno sul trattamento delle acque e sui costi di manutenzione. Il programma ha rappresentato anche una alternativa alla

costruzione di un impianto di trattamento acque che sarebbe costato circa tra 8 e 10 miliardi di US \$ (Abell et al., 2017).

Lo schema PES fornisce inoltre incentivi economici (in denaro o altro tipo) ai proprietari terrieri e coltivatori a fronte di un utilizzo di pratiche sostenibili in agricoltura o forestali. Il concetto alla base di ciò è che i beneficiari (come le aziende idriche) di tali pratiche debbano riconoscere agli autori di tali pratiche, come agricoltori o coltivatori in tutta la filiera di intervento, il debito riconoscimento (ad esempio il mancato o ridotto uso di pesticidi che garantisce migliore qualità dei fiumi oppure la preservazione del manto forestale) (Fig 5.1).

La regione America Latina e Caraibi hanno una prospera serie di esperienze nella implementazione della gestione dei displuvi utilizzando il concetto di PES, noto anche come lo schema di investimento nei servizi di gestione dei displuvi (Bennett et al., 2013).

Nel 2013, l'ente che regola nelle Americhe l'acqua e gli impianti sanitari (ADERASA) ha creato un gruppo di lavoro dedicato specificatamente alle strutture naturali (Green) (Herrera Amighetti, 2015). Missione di tale gruppo è quella di mettere a sistema ed analizzare esperienze dei vari paesi dell'America Latina negli investimenti dedicati alle infrastrutture di tipo naturale come strumento per migliorare la qualità dell'acqua ed impedirne il deterioramento. Tali investimenti possono assumere diverse forme istituzionali, ma normalmente esse sono classificate come

PES. Questo interesse verso i PES è anche giustificato dallo scarso o parziale controllo che gli organi di governo possono esercitare sul territorio, (Stanton et al., 2010; Embid e Martín, 2015) soprattutto per quanto riguarda le risorse idriche, utilizzo delle terre, inquinamento e smaltimento dei rifiuti, particolarmente nei pressi di grandi centri urbani. Inoltre, nei centri dove la fornitura idrica è decentralizzata a livello municipale, non è raro che queste ricadano in giurisdizioni diverse dalla propria, complicando così la gestione e protezione delle risorse idriche. (Jouravlev, 2003). Esempi di successo dei PES sono anche documentati in altre regioni del globo, come l'Asia Pacifica (Box 5.2) ed Africa (Box 5.3). Nel bacino del fiume Mekong soltanto, lo schema di PES è stato utilizzato in Cambogia, Laos, Tailandia e Vietnam, anche se è il Vietnam il solo ad avere nel Sud Est Asiatico un piano formale nazionale di PES (Tacconi, 2015). La Banca asiatica per lo sviluppo (ADB) stima in almeno 59 miliardi di dollari gli investimenti per l'approvvigionamento idrico, mentre 71 miliardi di dollari sono necessari per migliorare i servizi igienici di base nella regione. Si stima inoltre che fino al 70-90% delle acque reflue domestiche e industriali vengono rilasciate senza alcun trattamento (ADB, 2013), arrecando così un ulteriore degrado dell'ecosistema. Questo spinge a considerare l'utilizzo di parte

## BOX 5.2

### ESPERIENZE CON PES NELLE REGIONI ASIA-PACIFICO

Le carenze finanziarie e altre sfide legate alla protezione dei bacini idrografici vengono affrontate in Vietnam attraverso un quadro politico pilota dal 2008 sui pagamenti per i servizi ambientali forestali (Forest PFES, decisione 380), che si è concentrato sull'approvvigionamento idrico e la conservazione del paesaggio a fini turistici attraverso contratti locali. Nel 2009, le entrate locali derivate dagli fruitori di servizi, principalmente da centrali idroelettriche e idriche, erano circa US \$ 4 milioni. A causa di questa politica attiva strumentale, nel 2013 gli utenti dell'acqua, gli operatori e le utilities avevano pagato collettivamente \$ 54 milioni alle comunità della foresta per i servizi di spartiacque che stavano fornendo (To et al., 2012).

*Contributi da Aida Karazhanova e Stefanos Fotiou (UNESCAP).*

## BOX 5.3

### SCHEMA PES AL LAGO NAIVASHA, KENYA

Il lago Naivasha in Kenya è stato riconosciuto come “zona umida di importanza internazionale” ai sensi della Convenzione di Ramsar sulle zone umide. Sia l'agricoltura su piccola scala che l'orticoltura commerciale intensiva, compresa la floricoltura, hanno pratiche di uso terriere povere all'interno dello spartiacque, con conseguente degrado dei servizi ecosistemici, perdite economiche, peggioramento della povertà e riduzione della biodiversità. Uno schema PES incentrato sull'acqua ha riunito partner come i “venditori/fornitori” di servizi ecosistemici (principalmente piccoli agricoltori a monte) e “acquirenti/utenti” (compresa la grande industria orticola intorno al lago), nonché le principali agenzie nazionali e locali coinvolte nella regolamentazione di questi servizi attraverso accordi contrattuali negoziati tra amministratori di ecosistema e beneficiari. Intensive attività di informazione e sensibilizzazione sono state condotte a livelli altamente localizzati (ad esempio workshop e seminari, sia in azienda che al di fuori dell'azienda) per migliorare la comprensione e il coinvolgimento della comunità e di tutte le parti interessate.

Le modifiche alle pratiche di gestione del territorio volte a migliorare la qualità e la quantità delle acque a valle comprendono:

- riabilitazione e manutenzione di zone rivierasche;
- creazione di strisce di erba / terrazze per ridurre il deflusso e l'erosione su pendii ripidi;
- uso ridotto di fertilizzanti e pesticidi; e
- agroforestazione con piantumazione di alberi autoctoni e alberi da frutto ad alto rendimento e colture di copertura per una migliore produttività agricola, riduzione del deflusso/erosione e aumento della biodiversità.

Il progetto comprendeva anche la formazione agli agricoltori da parte del Ministero dell'Agricoltura e l'Autorità per lo sviluppo delle colture orticole su questioni come le tecniche di conservazione del suolo e dell'acqua per aumentare la produttività agricola, migliorare le tecniche di conservazione dei foraggi e l'uso di varietà più produttive o ad alto valore. L'utilizzo di incentivi economici sia per i compratori che per i venditori di servizi ecosistemici ha contribuito a ottenere miglioramenti significativi della gestione delle risorse idriche e del suolo, offrendo al tempo stesso tangibili benefici di sostentamento.

*Fonte: Chiramba et al. (2011).*

Maggiori informazioni sono su: [www.gwp.org/en/learn/KNOWLEDGE\\_RESOURCES/Case\\_Studies/Africa/Kenya-Shared-risks-and-opportunities-in-water-resources-Seeking-a-sustainable-future-for-Lake-Naivasha/](http://www.gwp.org/en/learn/KNOWLEDGE_RESOURCES/Case_Studies/Africa/Kenya-Shared-risks-and-opportunities-in-water-resources-Seeking-a-sustainable-future-for-Lake-Naivasha/)

## FONDO “UPPER TANA-NAIROBI WATER FUND”

Il fondo “Upper Tana-Nairobi Water Fund” è stato lanciato nel marzo 2015 per fornire ai residenti nel bacino l’opportunità di mitigare le minacce associate al degrado degli spartiacque. Inoltre, il fondo mira a garantire l’approvvigionamento idrico di Nairobi, migliorando il sostentamento agricolo, mantenendo il flusso della stagione secca in bacini idrografici selezionati e contribuendo così alla resilienza alla siccità.

Il fondo è un partenariato pubblico-privato e, nei primi quattro anni di sviluppo, è stato in grado di mobilitare 4 milioni di dollari attraverso contributi volontari. Esistono importanti finanziatori multilaterali, tra cui il Global Environment Facility (GEF), che mira a versare 7 milioni di dollari USA nel corso della validità del fondo. Riunisce più parti interessate, come il governo della contea, l’autorità delle risorse idriche, il servizio forestale, il consiglio regionale dei governatori, l’ente idrico di Nairobi e alcuni protagonisti del settore privato. Il Fondo per l’acqua utilizza meccanismi di compensazione in natura per incoraggiare gli agricoltori ad adottare pratiche agricole di migliore gestione, ripristinare i respingenti rivieraschi, installare un’irrigazione efficiente e il rimboschimento. Questi pacchetti di compensazione in natura comprendono vasche per l’acqua, potenziamento delle capacità e formazione in materia di produzione agricola, sementi, attrezzature e bestiame come capre da latte. Il fondo per l’acqua si concentra anche sulla riduzione dei sedimenti dalle strade rurali non asfaltate. Ad oggi, il fondo per l’acqua ha lavorato con oltre 15.000 agricoltori collaborando con partner locali, tra cui il “Movimento della cintura verde” e la “Federazione nazionale dei contadini del Kenya” (Abell et al., 2017).

Il business case del Water Fund indicava che un investimento di 10 milioni di dollari negli interventi di conservazione guidati dal Water Fund avrebbe probabilmente restituito 21,5 milioni di dollari in benefici economici in un periodo di 30 anni dagli aumenti nella produzione di energia, nei raccolti agricoli per piccoli agricoltori e grandi produttori, e dal risparmio nel trattamento delle acque e delle acque reflue (TNC, 2015).

Contributo da Simone Grego (UNESCO Multisectoral Regional Office in Abuja) e Rebecca Welling (IUCN).

Figura | Sede proposta del “Upper Tana-Nairobi Water Fund”



Fonte: TNC.

di tali cifre per gli investimenti in NBS per la protezione dei bacini idrici per affrontare tali necessità.

Lo schema PES è anche spesso utilizzato quale forma di conservazione di fonti idriche, finanziato attraverso contributi e sussidi governativi pagati per la maggior parte dai grandi utilizzatori di acqua (grandi forniture urbane, impianti idroelettrici, aziende di imbottigliamento acqua e bibite) localizzati nelle parti basse dei bacini di fiume al fine di garantire adeguato servizio alle parti alte e medio alte dei bacini (Calvache et al., 2012; Jouravlev, 2003); si tratta in

molto casi di partecipazioni pubbliche e private. Fondi per le acque sono anche utilizzati per sostenere comunità, agricoltori, coltivatori localizzati al di sopra dei bacini per proteggere, mantenere e conservare l’ecosistema (foreste, paludi e zone umide) che garantisce i benefici al flusso di acqua a valle in termini di controllo di inondazione, erosione e sedimenti, così da assicurare un costante flusso di acqua di buona qualità, riducendo così i costi associati alla manutenzione ed al trattamento delle acque (Box 5.5.). Questi fondi sono normalmente gestiti attraverso un contratto tra i vari membri fondatori, che designano una istituzione

Gli schemi PES forniscono incentivi (monetari e non) ai proprietari delle terre o contadini in cambio di pratiche per l'uso sostenibile della terra (agricoltura, silvicoltura, ecc.)

indipendente per amministrare le risorse finanziarie ed assicurare così che tali risorse siano effettivamente spese per la protezione delle infrastrutture (sparti acqua e simili) in accordo a quanto previsto dagli obiettivi del fondo (Stanton et al., 2010). Esistono già più di 20 fondi in tal senso che operano nella regione dell'America Latina (Echavarría et al., 2015). Secondo il "Ecosystem Marketplace" di Forest Trends, governi, aziende idriche, aziende e comunità hanno speso circa 25 miliardi di dollari per infrastrutture naturali (green) per le acque nel 2015, apportando così benefici a 487 milioni di Ha di terreno (Bennett and Ruef, 2016). Le transazioni sono cresciute di circa il 12% all'anno tra il 2013 e il 2015, mostrando un rapido trend di crescita. Il finanziamento per la stragrande maggioranza di questi schemi PES

(US \$ 23,7 miliardi) è derivato dai governi nazionali (Figura 5.2), e in Europa dalla Commissione europea. Molto del restante investimento (circa US \$ 650 milioni) è stato classificato come "investimenti per spartiacque per l'utente" guidati da grandi programmi in Cina e Vietnam, attraverso cui le città, società o servizi idrici che agiscono per conto dei loro clienti hanno pagato i proprietari terrieri per la gestione e custodia delle risorse idriche e relativi terreni (Bennett e Ruef, 2016).

Nel settore della fornitura di acqua potabile e servizi igienico-sanitari nel complesso, la NBS sembra essere fortemente sotto finanziata in confronto ai finanziamenti dedicati all'infrastruttura tradizionale. Nei paesi del Regione America Latina, i servizi idrici stanno investendo meno del 5% dei loro budget in infrastrutture verdi (con l'eccezione di alcune città in Perù), anche se queste assegnazioni appaiono essere in aumento (Echavarría et al., 2015; Bennett e Ruef, 2016). In Inghilterra, attività di gestione degli spartiacque generalmente rappresentano meno dell'1% della spesa della compagnia idrica. Un recente rapporto stima in 100 miliardi di sterline la spesa per i bacini inglesi tra il 2015 e il 2030 "Per affrontare le questioni tra cui la fornitura continua di acqua e servizi di acque reflue, qualità dell'acqua, agricoltura, e protezione dalle inondazioni e manutenzione "di cui" oltre 30 miliardi di sterline saranno spesi in Inghilterra per soddisfare i requisiti del Direttiva quadro sulle acque dell'UE (WFD) e il mantenimento degli standard attuali di trattamento delle acque e delle acque reflue".

Di questi 30 miliardi di sterline per la WFD, il rapporto stima che "Tra \$ 300 milioni a £ 1 miliardo di costi potrebbero essere evitati dall'adozione, da parte del settore idrico, di

## BOX 5.5

### IL FONDO "QUITO WATER CONSERVATION FUND" (FONDO PARA LA CONSERVACIÓN DEL AGUA – FONAG)

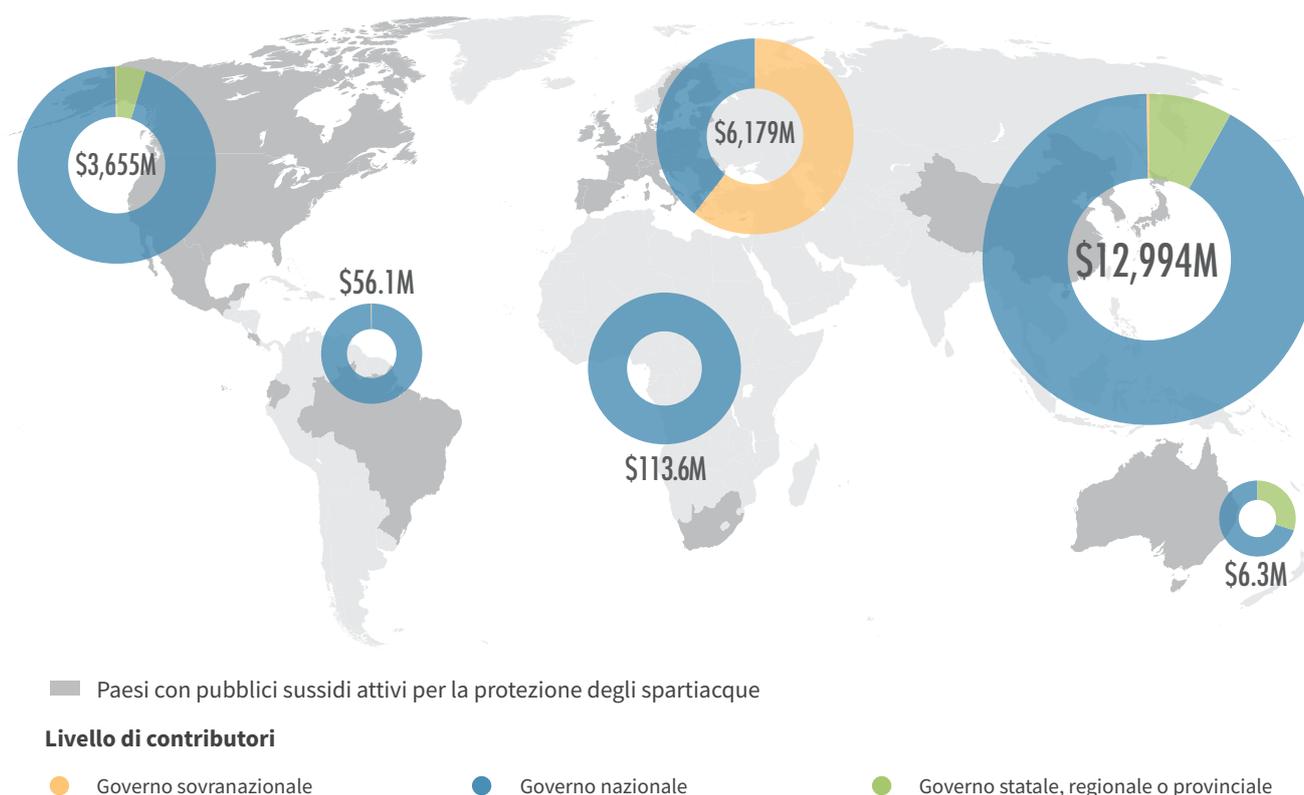
Il fondo "Water Conservation Fund (FONAG)" in Ecuador è il primo e forse uno dei fondi idrici di maggior successo nella regione LAC. Gli spartiacque che forniscono acqua alla città di Quito sono minacciati da inadeguate pratiche agricole, zootecniche e forestali. In risposta a questa situazione, nel 2000, il Comune di Quito, attraverso il suo servizio idrico (EPMAPS) e con la collaborazione di The Nature Conservancy (TNC), ha creato FONAG (Lloret, 2009). FONAG è un fondo fiduciario progettato per operare per un periodo di 80 anni. È finanziato dai contributi dei suoi membri che comprendono la maggior parte dei grandi

utenti di acqua della zona (acqua e servizi elettrici, un birrifico, un'azienda di acqua in bottiglia, ecc.).

Gli obiettivi di FONAG sono sostenere la manutenzione, il restauro e la conservazione degli spartiacque che forniscono acqua a Quito e nelle aree circostanti (FONAG, n.d.). Il suo intervento si presenta sotto forma di programmi a lungo termine (comunicazione, recupero della copertura vegetale, gestione delle risorse idriche, educazione ambientale e sorveglianza e monitoraggio delle aree critiche) e progetti a breve termine, che vanno dal sostegno per le attività produttive alla ricerca applicata. FONAG collabora con diverse parti interessate della comunità, autorità locali, organizzazioni governative e non governative e istituzioni educative. "FONAG ha una dotazione di oltre 10 milioni di dollari e un budget annuale di oltre 1,5 milioni di dollari. Come il più antico fondo idrico ufficiale, FONAG ha avuto successo nel proteggere e ripristinare oltre 40.000 ettari di foreste páramo e andine attraverso una varietà di strategie, compresa la collaborazione con oltre 400 famiglie locali. ... Invece di effettuare pagamenti diretti per la conservazione, il restauro e l'agricoltura sostenibile, il fondo per l'acqua utilizza compensazioni in natura come gli orti domestici e il sostegno a progetti comunitari. Oltre alle attività dirette di protezione delle acque, FONAG si concentra sul rafforzamento di alleanze tra spartiacque, educazione ambientale e comunicazione per mobilitare ulteriori spartiacque nella protezione dei bacini idrografici. FONAG ha anche stabilito un rigoroso programma di monitoraggio idrologico per comunicare e migliorare i risultati degli investimenti in collaborazione con diverse istituzioni accademiche" (Abell et al., 2017, p. 115).

Contributo di Andrei Jouravlev (UNECLAC).

**Figura 5.2** Sussidi pubblici per la protezione degli spartiacque nel 2015: paesi con programmi di sussidi pubblici e il totale di ciascun contributore, divisi per regioni



Nota: basato sul totale delle transazioni nel 2015 (totale 23 miliardi di dollari). Per ulteriori 727 milioni di dollari in sussidi pubblici non è stato possibile determinare le relative contribuzioni dei governi nazionali e sub-nazionali.

Fonte: adattato da Bennet e Ruef (2016, Mappa 2, p.14).

un più ampio approccio alla gestione dei bacini” (Indepen, 2014, p.1). Senza contare poi l’ampio beneficio indotto dalla protezione della biodiversità, riduzione del rischio inondazioni e controllo delle emissioni che non sono stati considerati nel rapporto quali argomenti a sostegno della gestione e cura degli spartiacque e corsi d’acqua.

In entrambi i casi per Inghilterra e America Latina appare evidente che l’investimento da parte delle città, aziende idriche ed aziende, dovrebbe essere di gran lunga superiore dell’attuale.

Esiste una sempre maggiore evidenza che tali investimenti sono ampiamente giustificati anche dal punto di vista economico e del loro ritorno, generando al contempo benefici alla conservazione della biodiversità alla comunità, al mutamento del clima, oltre a generare posti di lavoro. Ovviamente, esistono dei limiti oltre i quali anche le NBS cessano di essere vantaggiose, dal punto di vista economico, nonostante i benefici indotti dalle infrastrutture “green”. Questo comunque vale parimenti anche per le tradizionali infrastrutture. Scaturisce quindi che l’identificazione del giusto mix tra infrastrutture tradizionali e “green” richiede un condiviso ed analitico schema di valutazione (comuni indicatori di prestazione) per effettuare il rapporto costi benefici sia delle infrastrutture tradizionali che quelle “green” nella gestione delle risorse idriche.

Sviluppare ed implementare il concetto di PES relativamente agli spartiacque ed incanalamento delle acque su vasta scala richiede una chiara definizione di causa-effetto per

quanto riguarda la terra a monte e relativo flusso di acqua ed il relativo utilizzo e la fornitura a valle del flusso stesso, identificando chiaramente tutti gli attori in gioco che hanno effettivo controllo delle dinamiche in essere e raggiungere un sostenibile equilibrio tra le mutevoli condizioni sia del mercato che quelle sociali e politiche. E’ sempre una questione se e fino a che punto sia appropriato premiare la conformità alle leggi verso una logica di buone pratiche.

Questo punto poi richiede anche un approccio ed un sistema concettuale di riferimento per valutare l’utilizzo di infrastrutture tradizionali e “green”, che potrebbe essere difficoltoso soprattutto per le aziende che gestiscono risorse idriche in particolare nelle piccole e medie città che non riuscendo a sobbarcarsi interamente i costi del servizio, dipendono dai finanziamenti e dal budget del governo centrale anche talvolta per i servizi di manutenzione ed operativi. La limitata esperienza e competenza nelle NBS (e relativa sostenibilità sul lungo termine), in aggiunta alla preferenza verso le infrastrutture tradizionali, rappresentano un’ulteriore sfida. Con il limitato controllo e monitoraggio nella gestione delle risorse idriche e del territorio, non sorprende che la spesa per le attività sui corsi d’acqua e spartiacque relativi da parte del servizio pubblico è molto bassa, quando non addirittura nulla. Recepimento, supporto e partecipazione nelle NBS e nel modello PES da parte di un ampio spettro di attori coinvolti è qui di imperativo, anche se non esaustivo. Proprietari terrieri ad esempio necessitano assicurazioni sugli investimenti a lungo termine.

In generale, nei settori della riserva e igiene dell'acqua potabile e sanitaria, le NBS sembrano essere fortemente sotto-finanziate rispetto alle infrastrutture tradizionali

Un forte supporto per quanto riguarda la valutazione e l'integrazione delle politiche NBS verso i vari temi ed obiettivi (agricoltura, cambio climatico, energia pulita o rinnovabile, etc) può essere altrettanto critico (vedi box 5.6). Per quanto riguarda gli investimenti oltreoceano, le istituzioni finanziarie e le grandi imprese possono giocare un ruolo fondamentale nello sviluppo ed il finanziamento delle NBS e dei PES.

Entità coinvolte in investimenti oltreoceano hanno non solo la responsabilità di attenersi alle leggi e regolamenti sull'ambiente del paese in cui operano ma anche a quelle dei principi per un responsabile investimento come dettato dalle Nazioni Unite, che prevede di tenere in piena considerazione i fattori sociali, politici ed ambientali. L'iniziativa per il controllo dei rischi ambientali per le operazioni della Cina svolte oltreoceano, che supporta anche un finanziamento sostenibile attraverso tutta la filiera produttiva, compie un ulteriore passo rispetto a ciò, incoraggiando le istituzioni finanziarie e le grandi società a quantificare i costi e gli investimenti dei progetti oltre-oceano per quanto riguarda i diversi tipi di inquinamento, consumo di acqua ed energia come base fondamentale per prendere le decisioni. Per garantire l'applicabilità di questa analisi quantitativa, il calcolo dei costi e benefici ambientali deve tenere in considerazione fattori quali il livello di sviluppo tecnologico del paese che realizza il progetto unitamente alla situazione ambientale, mentre per un confronto di tali dati, dovrebbero essere considerati gli standard internazionali, laddove appropriati" (GFC/IAC/CBA/AMAC/IAMAC/CTA/FECO, 2017, p. 3).

### 5.3 Implementazione delle NBS nelle aree urbane

L'accelerazione dell'urbanizzazione sta esacerbando le sfide relative alla gestione delle risorse idriche in molte regioni. Nei paesi America Latina, la più urbanizzata regione nei paesi in via di sviluppo, circa l'80% (2014) della popolazione vive in aree urbane e questo valore è previsto raggiungere l'86% nel 2050. Nonostante Asia e Africa restano prevalentemente rurali, tali aree stanno attraversando una rapida urbanizzazione, ad una velocità dell'1.5% ed 1.1%, rispettivamente (UNDESA, 2015).

La gestione dei corsi d'acqua, come descritto sopra, offre un ampio spettro di benefici per questi centri urbani. L'implementazione di iniziative NBS in maniera localizzata in questi stessi centri offre multiple opportunità nel raggiungimento degli obiettivi per un'oculata gestione delle risorse idriche. Nel caso di New York, per esempio, misure adottate per migliorare l'efficienza delle infrastrutture tradizionali con quelle "green" hanno dimostrato di apportare vantaggi sul rapporto costo-benefici unitamente a benefici collaterali connessi. Strutture verdi ("Green) urbane, dalla copertura delle superfici impermeabili con vegetazione ai tetti verdi fino alla costruzione di paludi o zone umide, possono garantire buoni risultati in termini di aumento di acqua a disposizione, qualità dell'acqua e riduzione degli allagamenti, così come evidenziato e semplificato nel progetto della "città spugna" in Cina (Box 2.6)

Per quanto riguarda l'acqua ed i servizi sanitari, la costruzione di paludi o acquitrini per il trattamento delle acque reflue e scarichi in ottica NBS rappresenta un sistema vantaggioso per ottenere affluenti di sufficiente qualità per usi non potabili quali irrigazione o produzione di energia (Box 5.7). Con più dell'80% degli scarichi rilasciati nell'ambiente senza alcun trattamento preventivo, e più del 95% in alcuni paesi in via di sviluppo (WWAP, 2017), paludi artificiali possono offrire grandi opportunità per le comunità di tutte le dimensioni. Questo sistemi già sono implementati in quasi tutte le regioni del mondo, incluso quella Araba (Box 5.8) e Africa, mentre sono abbastanza comuni nell'Africa dell'Est.

### 5.4 Schema di lavoro su scala nazionale e regionale per le NBS

Nonostante molto spesso i risultati maggiori si ottengono grazie all'intervento di stakeholder locali, i più ampi quadri di riferimento per le implementazioni NBS sono quelli implementati attraverso accordi a livello regionale e nazionale. Una normativa nazionale per facilitare e supervisionare le NBS è particolarmente fondamentale.

La direttiva della commissione europea per l'acqua (WFD) (Direttiva 2000/60/EC) fornisce un quadro di riferimento globale per molte attività governative, legislative ed anche per organizzazioni NO Profit in tale ambito. L'Europa si muove verso un approccio olistico, sostenibile e di insieme. Sempre di più, questo è caratterizzato dalla considerazione del valore ed impatto dei servizi sull'ecosistema, riconoscendone i molteplici benefici e vantaggi e rivolgendosi alle diverse parti in causa sia a livello nazionale che quello regionale (Box 5.9)

La qualità dell'acqua ed in particolare l'inquinamento diffuso è un obiettivo strategico spesso connesso alla necessità di migliorare la capacità di accumulo di acqua. Il secondo obiettivo strategico sono gli allagamenti. La direttiva Europea sulle inondazioni (Direttiva 2007/60/EC) promuove il potenziale delle NBS come aiuto verso la riduzione delle inondazioni attraverso la protezione delle coste (saline, cura delle spiagge, potential of NBS to help reduce flood risk through coastal defences (saltmarshes,

## NBS IN AMBIENTI URBANI: NEW YORK CITY

A New York City (NYC), una varietà di approcci basati sulla natura e che utilizzano infrastrutture verdi sono stati implementati dagli anni '90, in risposta alle normative riguardanti la qualità dell'acqua, l'interesse pubblico per la sostenibilità e l'evoluzione dei paradigmi nella gestione del territorio urbano. Formalizzato nel 1972, il Clean Water Act (CWA) stabilisce le norme relative allo scarico di inquinanti nei corpi idrici superficiali degli Stati Uniti. Sotto la CWA, è diventato illegale scaricare gli inquinanti senza ottenere un permesso attraverso il programma del "sistema nazionale di eliminazione degli scarichi inquinanti". Gli emendamenti alla CWA originale impongono a città come New York di sviluppare piani a lungo termine per il controllo degli scarichi in eccesso di fognature combinate (CSO), attivati quando il deflusso urbano entra nel sistema fognario della città (US EPA, n.d.).

Basandosi su nuove strategie di gestione delle risorse naturali, terreni e infrastrutture (gestione definita nel piano "PlaNYC", il primo piano di sostenibilità globale della città), il Dipartimento per la Protezione Ambientale di New York (DEP) ha pubblicato il suo piano per le infrastrutture verdi nel 2010. Questo piano integra gli approcci "grigi" con quelli basati sulla natura per la raccolta e il trattamento del deflusso urbano (DEP, 2010). Il piano era basato su calcoli costo-efficacia, eseguiti nel 2008 durante lo sviluppo del piano di gestione sostenibile delle acque piovane della città. Questi calcoli hanno confrontato gli approcci verdi e grigi per la gestione delle acque piovane in termini di costi di costruzione per unità volumetrica detenuti o trattenuti nella struttura. I costi inferiori dell'infrastruttura verde rispetto alle convenzionali strutture di conservazione della CSO portarono la città a proporre la raccolta dei primi 25 mm di deflusso generati, insieme ad oltre il 10% delle aree impervie servite da fognature combinate con giardini piovosi, biovalli, tetti verdi, zone umide artificiali e altri approcci basati sulla natura (The City of New York, 2008).

Il piano per le infrastrutture verdi è implementato principalmente dal DEP, con i fondi generati dagli utilizzatori di acqua, ma sfrutta anche altri investimenti in infrastrutture di capitale realizzati da altre agenzie cittadine e concede sussidi ai proprietari di immobili privati per massimizzare l'applicazione di infrastrutture verdi per diversi usi urbani. I sistemi infrastrutturali verdi di acqua piovana finanziati con fondi pubblici come "Bioswales" e "Stormwater Capture Greenstreet" sono in genere dimensionati per accogliere tutti i deflussi generati all'interno delle loro aree durante circa il 90% di tutti gli eventi meteorologici verificatisi ogni anno (ad esempio 25-30 mm di precipitazioni giornaliere). Tuttavia, il monitoraggio continuo basato sul campo suggerisce che questi sistemi possono fornire significativi benefici collaterali. Si ritiene che le infrastrutture verdi migliorino la biodiversità, riducano la temperatura dell'aria attraverso l'ombreggiamento, abbelliscano le comunità e creino opportunità per una gestione ecologica. In determinate condizioni, questi stessi sistemi possono anche ridurre i rischi di alluvione. Utilizzando quattro anni di dati sul campo, De Sousa et al. (2016), ad esempio, hanno scoperto che un impianto di bioretensione di 125 mq situato in una sezione di Queens a New York, a rischio di inondazioni, cattura il 70, il 77 e il 60% di tutti i deflussi generati all'interno di un'area tributaria quattro volte la sua stessa dimensione durante tutti gli eventi (n = 92), solo gli eventi non estremi (n = 78) e solo gli eventi estremi (n = 14), rispettivamente.

I sistemi di infrastruttura verde progettati per la cattura di acque meteoriche possono anche fornire benefici termici a causa del calore latente di vaporizzazione dell'acqua evaporata. Il "Tetto verde Jacob K. Javits Convention Center" di 2,7 ettari (foto) a Manhattan, New York, il secondo più grande negli Stati Uniti, conserva più della metà delle precipitazioni atmosferiche che si verificano durante la stagione di crescita ed evapora in media 3,2 mm di acqua al giorno (nello stesso periodo), riducendo l'intensità dell'isola di calore urbana e abbassando considerevolmente la temperatura superficiale esterna rispetto a un tetto a membrana nero convenzionale (Alvizuri et al., 2017; Smalls-Mantey, 2017).

*Contributo di Franco A. Montalto (Drexel University).*



*Photo: © Felix Lipov/Shutterstock.com*



Le infrastrutture naturali (green) urbane, dalla rivegetazione delle superfici impermeabili ai tetti verdi e alle zone umide costruite, possono dare risultati positivi in termini di disponibilità e qualità dell'acqua e riduzione di alluvioni

beach renourishment, controllo dell'erosione) così come utenze rurali, gestione naturale delle inondazioni e sistemi di drenaggio urbani e sostenibili (SUDS). Un'altra area di grande attenzione riguarda la valutazione della perdita della biodiversità. La strategia Europea sulla biodiversità per il 2020 fa suo questo concetto e auspica "un'integrazione dei servizi all'ecosistema all'interno dei processi decisionali" (EC, 2017b p. 6) Gli interventi basati sull'ecosistema risultano essere particolarmente vantaggiosi in una prospettiva trasversale e transfrontaliera. Tali interventi sono raramente negativi ed anzi rivestono benefici e co-benefici per l'intero bacino, come la manutenzione e le migliorie all'ecosistema attraverso i servizi ad esso, cruciali per lo stile di vita ed il benessere, quali ad esempio la pulizia dell'acqua, la regolazione dell'acqua e dell'habitat, opportunità di svago e cibo.

La convenzione UNECE sulla protezione e l'utilizzo dei corsi d'acqua e laghi transfrontalieri (Convenzione sull'acqua) fornisce un quadro di riferimento globale ed intergovernativo per supportare la cooperazione transfrontaliera nell'implementazione delle NBS. Tutti i membri delle Nazioni Unite hanno acconsentito ed aderito da Marzo 2016. Tale convenzione pone l'ecosistema al centro, obbligando le parti a intervenire, controllare e ridurre gli impatti interconnessi tra i vari paesi, assicurare la conservazione dell'ecosistema e laddove necessario, il suo recupero, promuove un approccio basato sull'ecosistema. Molte iniziative centrate sull'ecosistema sono state implementate sotto l'egida di tale convenzione. L'organizzazione dei Bacini internazionali fornisce interessanti opportunità nella promozione delle NBS tra i paesi rivieraschi. Per esempio, la commissione internazionale per la protezione del Reno (ICPR) che ha anticipato il WFD di decenni, prevede la NBS al centro dei programmi e delle attività da parte dei suoi stati membri (Box 5.10) Sin dalla sua nascita, il WFD ha promosso la creazione della gestione internazionale dei bacini entro la quale la NBS gioca un ruolo fondamentale. Il Bacino del fiume Sva nel sud est Europa è un valido esempio di ciò, dove l'implementazione delle NBS genera anche mutui benefici attraverso l'implementazioni di ecoservizi, dalla riduzione

## BOX 5.7

### ANDARE OLTRE IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE – LA MULTIFUNZIONALITÀ DELLE ZONE UMIDE ARTIFICIALI

Le acque reflue domestiche sono costituite da tre componenti fondamentali: acqua, carbonio e nutrienti. Si tratta di componenti utili per vari scopi come la coltivazione di alimenti o la produzione di bioenergia (WWAP, 2017). Una NBS per il trattamento delle acque reflue domestiche è l'uso di zone umide costruite o create dall'uomo. Come la maggior parte dei sistemi di trattamento, hanno lo scopo di ridurre al minimo la materia organica e gli agenti patogeni, ma sono di diversa efficacia quando si parla di riduzione dell'azoto e del fosforo. Poiché gli esseri umani producono circa 4,5 kg di azoto e 0,6 kg di fosforo per persona all'anno (Mateo-Sagasta et al., 2015), l'effluente che lascia le zone umide costruite può avere livelli relativamente elevati di questi nutrienti, rendendolo una fonte di acqua altamente adatta per l'irrigazione. Le zone umide costruite sono anche tra gli ecosistemi più produttivi al mondo, in grado di produrre quantità relativamente elevate di biomassa, a seconda del tipo di pianta utilizzata (più comunemente *Phragmites australis* o *Typha* spp.) e del clima del luogo (Vymazal, 2013; Zhang et al., 2014; Mekonnen et al., 2015). Questa biomassa può essere raccolta a intervalli regolari per essere usata come biocarburante. Il valore calorico della maggior parte di queste piante è anche simile ai combustibili tradizionali come *Acacia* spp. (Morrison et al., 2014). Ancora meno esplorato è il loro potenziale per la produzione di biogas, che mostra alcuni promettenti risultati iniziali di ricerca. In particolare, quando si usa *A. donax*, noto anche come canna gigante, in alcuni casi le rese di metano superano quelle del mais o del sorgo (Corino et al., 2016). Si stima che circa il 12% del fabbisogno di combustibile per cucinare di un villaggio di 60 persone nell'Africa sub-sahariana possa essere fornito dalla biomassa di una zona umida costruita (Avellán et al., 2017). L'uso di queste NBS può quindi servire a molteplici scopi e influire indirettamente su altri aspetti, come l'aumento della conservazione delle foreste attraverso una minore dipendenza dai combustibili legnosi e una maggiore sicurezza energetica.

*Contributo di Tamara Avellán (UNU-FLORES).*

degli allagamenti ed inondazioni e la protezione della biodiversità per arrivare alla protezione dell'eco turismo e miglioramento della navigazione (box 5.11). Vi sono anche esempi di quadri di riferimento che promuovono le NBS a livello nazionale, come evidenziato dal Perù (Box 5.12) dove un riferimento normativo è stato adottato per regolamentare e controllare gli investimenti nelle infrastrutture verdi. Un vantaggio fondamentale delle NBS è rappresentato

## ZONE UMIDE ARTIFICIALI IN EGITTO E LIBANO

L'Egitto ha una lunga storia di utilizzo di zone umide artificiali per il trattamento delle acque reflue. Un progetto pilota ha provato la fattibilità della costruzione di zone umide a Bilbeis, a 55 km a nord del Cairo. Le zone umide hanno prodotto un effluente di acque reflue di livello secondario, che è stato utilizzato per irrigare gli alberi di eucalipto per la produzione di scatole di imballaggio. Pertanto, il progetto ha contribuito alla conservazione dell'acqua e alla conservazione delle risorse idriche sotterranee. Questo sistema basato sulla natura ha anche dimostrato di essere efficiente in termini di costi per lunghi periodi di tempo poiché sia i costi di costruzione che di esercizio sono stati inferiori agli equivalenti sistemi convenzionali di trattamento delle acque reflue. Di conseguenza, è stato deciso di estendere lo schema ad altre aree all'interno del comune. Il fiume Litani in Libano è altamente inquinato a causa dello scarico di acque reflue agricole, industriali e domestiche non trattate. Gli impianti di trattamento delle acque reflue nella regione non sono funzionali e solo parzialmente gestiti. Ciò ha portato a concentrazioni crescenti di nutrienti e patogeni nel fiume. Un sistema di zone umide artificiale è stato progettato per trattare i flussi d'acqua nel fiume Litani e ha rimosso tra il 30% e il 90% della massa inquinante, con conseguente qualità degli effluenti delle zone umide che rientra nell'intervallo consentito dalle norme ambientali internazionali. Gli effluenti dell'acqua trattata sono diretti attraverso un canale di scarico verso il fiume Litani.\*

*Contributo di Carol Chouchani Cherfane (UNESCWA).*

\* Prove fornite da Difaf (Libano), basato su un progetto sostenuto da USAID.

## NBS E IL “EU WFD”: ESPERIENZE DEI PROGETTI PILOTA NEL MARE DEL NORD

Il “EU WFD” mira a promuovere l'uso sostenibile dell'acqua attraverso la protezione e la valorizzazione degli ecosistemi acquatici. Dal 2013, la NBS è stata attivamente promossa dalla Commissione europea per ripristinare ecosistemi degradati al fine di garantire la disponibilità a lungo termine delle risorse idriche e salvaguardare i benefici degli ecosistemi acquatici. Sebbene la WFD supporti l'applicazione delle NBS, la sua applicazione pratica è ostacolata dalla mancanza di prove, metodologie e linee guida. È necessaria una base di prova transnazionale comune per giustificare gli investimenti e ottimizzare l'efficacia delle soluzioni NBS (EC, 2015). Nel 2016 e 2017, la Commissione ha lanciato un programma di ricerca e innovazione mirato e ha pubblicato inviti a presentare proposte per progetti dimostrativi su larga scala delle NBS per sviluppare questo approccio. Le NBS hanno guadagnato slancio in diversi stati membri. È stato posto l'accento sull'assunzione delle NBS nelle città e specificamente per la rigenerazione urbana, per migliorare la qualità della vita dei cittadini dell'UE e per ridurre il rischio di catastrofi nelle città dell'UE. Il programma “Orizzonte 2020” è stato particolarmente rilevante nel promuovere la più ampia adozione delle NBS nel settore urbano (Faivre et al., 2017). La WFD fornisce ai paesi membri un quadro legislativo generale condiviso per l'uso sostenibile delle risorse idriche. Nonostante gli sforzi dei responsabili delle politiche e dei professionisti per comunicare sul loro scopo e uso, le NBS sono ancora sconosciute al grande pubblico e spesso rimangono in fase sperimentale (Voulvoulis, et al., 2017). Inoltre, differisce da paese a paese in che misura e in che modo le NBS sono incorporate nella legislazione e quali ruoli e responsabilità sono stati assegnati alle diverse organizzazioni per la loro promozione e implementazione. Il progetto “Building with Nature”, che fa parte del programma “Interreg Vb 2014-2020” per una “Regione del Mare del Nord sostenibile”, mira a sostenere l'attuazione pratica della NBS nei bacini naturali e nelle aree costiere dell'UE attraverso lo scambio di risultati dei progetti pilota e lo sviluppo di linee guida o strumenti. Alcune prime conclusioni tratte da questi progetti sono: (i) al contrario dei sistemi infrastrutturali tradizionali, le prestazioni delle NBS cambiano nel tempo e dipendono dalle condizioni fisiche ed ecologiche locali - quindi, l'NBS richiede un approccio “su misura” che richieda una comprensione dettagliata delle condizioni locali, (ii) il coinvolgimento continuo delle comunità locali e delle parti interessate nelle fasi di pianificazione, progettazione e manutenzione ha dimostrato di essere fondamentale per l'avvio e l'attuazione dei progetti pilota, e (iii) il monitoraggio delle prestazioni dell'NBS e la valutazione dei progetti in corso sono fondamentali per costruire la base di dati per supportare una più ampia diffusione. Tuttavia, manca ancora una serie pratica e significativa di indicatori di rendimento (Di Giovanni e Zevenbergen, 2017).

*Contributo di Chris Zevenbergen (IHE Delft).*

\* Per ulteriori informazioni, vedi: [archive.northsearegion.eu/ivb/project-ideas/](http://archive.northsearegion.eu/ivb/project-ideas/) and [www.northsearegion.eu/sustainable-nsr/](http://www.northsearegion.eu/sustainable-nsr/)

anche dal contributo che esse forniscono alla resilienza del sistema. La valutazione dei benefici delle NBS ed il loro ritorno dell'investimento spesso non considera questi fattori positivi proprio come le valutazioni sulle infrastrutture tradizionali non tengono in considerazione tutti i fattori negativi relativamente all'ambiente e quelli sociali. In realtà le infrastrutture costruite solo per la riserva d'acqua possono risultare in una perdita qualitativa e quantitativa di acqua in altre zone idrogeologicamente connesse, così come dimostrato dalla Diga Cinese "Three Gorge" (Zhang et al., 2014). Implementazione su larga scala delle NBS in quanto parte di una più ampia politica per ottenere buoni risultati nella gestione dell'acqua, in questo specifico caso, nella gestione degli alluvioni, con obiettivi complementari come la gestione dello spazio e dell'ambiente, è evidenziato nel programma "Netherlands Room per il fiume". Iniziato nel 2009 con un budget di 2.5 miliardi di Euro, il programma fu sviluppato per il recupero della banchina dei fiumi (come NBS) lungo alcuni tratti, dirottando il fiume e creando così aree di accumulo di acqua per proteggere le aree rivierasche maggiormente sviluppate. Le paludi recuperate garantiscono sia riserva d'acqua che una salvaguardia alla biodiversità, sviluppando al contempo opportunità ricreative ed estetiche. Il programma inoltre funge quale esempio di "governo multi-livello", basato su una stretta collaborazione tra autorità nazionali e regionali sia in fase di pianificazione che in quella di implementazione del progetto (Room of the river, n.d.a., n.d.b.).

NBS fornisce un meccanismo per favorire un approccio partecipativo nella gestione del territorio e dell'acqua, facilitando lo scambio di informazioni ed in alcuni casi tracciare il percorso basato sulla conoscenza tradizionale unitamente alla storica collaudata gestione delle risorse (box 5.1 e 5.5). Esse possono aiutare nella formalizzazione e nell'attivazione di collaborazioni tra i più diversi gruppi e comunità, incluso governi locali e nazionali, attori locali ed organizzazioni nelle comunità, settore privato, donatori, dando così la possibilità ai membri della comunità di implementare, valutare e avere un quadro sugli investimenti e relativi successi, traendo così insegnamento dalle esperienze fatte.

Sebbene molti quadri normativi e di riferimento demandano o consentono le NBS di essere considerate, la decisione finale resta spesso in capo ad una valutazione costo-benefici delle diverse opzioni a disposizione. Un numero considerevole di regolamenti e quadri normativi enfatizzano l'importanza sul fatto che tutti gli aspetti debbano essere tenuti nella debita considerazione e non solo uno stretto numero di fattori idrologici, quando si valutano le varie opzioni di investimento. Questo richiede un approccio sistematico per valutare costi e benefici e guiderà ad un migliore sistema di valutazione con conseguente miglioramento dei risultati complessivi.

Sebbene molti studi pertinenti impongano o consentano di considerare le NBS, le decisioni finali dipenderanno spesso da una considerazione più dettagliata dei costi e dei benefici delle varie opzioni. Una caratteristica degna di nota del recente sviluppo giuridico normativo

## BOX 5.10

### LE NBS NELLA GESTIONE DELL'ACQUA E DEI SERVIZI NELL'AMBITO DELL'ATTUAZIONE DEL WFD (WATER FRAMEWORK DIRECTIVE) EUROPEO: IL BACINO IDROGRAFICO DEL RENO

Il Reno, uno dei più grandi fiumi d'Europa, ha subito una storia di enorme inquinamento nel periodo 1950-1970 e un imponente lavoro di ripristino negli ultimi quattro decenni. Ciò che è iniziato con lo sviluppo di una strategia di monitoraggio congiunta negli anni '50 e '60 nell'ambito della Commissione internazionale per la protezione del Reno (ICPR) si è trasformato in una strategia di gestione integrata completa per raggiungere uno sviluppo sostenibile, comprendente aspetti della qualità dell'acqua, riduzione delle emissioni, ripristino ecologico per prevenzione e mitigazione delle inondazioni. Dall'inizio degli anni '90, il lavoro dell'ICPR ha innescato la "politica integrata in materia di acque" nell'UE. La gestione integrata dei bacini idrografici è stata sviluppata all'interno dell'ICPR passo dopo passo: l'ICPR ha affrontato la riduzione dell'inquinamento idrico dal 1950, con un miglioramento dell'ecosistema dal 1987, con problemi di quantità di acqua dal 1995 (piano d'azione sulle inondazioni) e problemi di acque sotterranee dal 1999. Oggi gli approcci a livello di bacino e transfrontalieri nella gestione delle risorse idriche e la necessaria cooperazione tra tutti i paesi in un bacino idrografico è un obbligo europeo.

Il WFD ha stabilito nuovi standard nella politica delle acque per gli Stati membri dell'UE. Le acque correnti (fiumi, ruscelli, corsi d'acqua), i laghi e le acque costiere e di transizione all'interno di un bacino idrografico (distretto idrografico) devono essere considerati come un ecosistema e gli aspetti di protezione e uso devono essere armonizzati il più possibile. La direttiva quadro sulle acque reflue e la direttiva sulle alluvioni (direttiva 2007/60/CE) prevede un piano di gestione riveduto ogni sei anni. Gli elementi chiave della direttiva sulle alluvioni per le NBS sono illustrati dall'attuazione di diverse misure convocate nel 1998 nell'ambito del piano d'azione sulle alluvioni del Reno, considerate misure vantaggiose per tutti e che non solo hanno un effetto positivo sulla prevenzione delle alluvioni, ma anche sulla qualità dell'acqua e sull'ecologia. Tra queste vi sono misure come la ritenzione idrica in tutto il bacino, il mantenimento e/o l'estensione di pianure alluvionali, la delocalizzazione di dighe, misure di ripristino luoghi, uso del suolo agricolo meno intensivo, creazione di aree di conservazione, ecc.

"Sulla base delle esperienze e dei risultati dell'ICPR, si potrebbe sostenere che un processo guidato da impegni politici è più efficace e flessibile di un approccio che utilizza misure legalmente vincolanti. ... Tuttavia, entrambi gli elementi sono necessari e trovare un buon equilibrio tra impegno politico e applicabilità legale è un processo continuo e costante." (Schulte-Wülwer-Leidig, n., P.9).

*Contributo di Anne Schulte-Wülwer-Leidig (ICPR).*

## IL VALORE DEI BENI NATURALI E L'IMPORTANZA DELLA COOPERAZIONE TRANSFRONTALIERA NEL BACINO DEL FIUME SAVA

L'accordo quadro sul bacino del fiume Sava, ratificato dalla Bosnia-Erzegovina, dalla Croazia, dalla Serbia e dalla Slovenia è entrato in vigore nel 2004. L'obiettivo principale dell'accordo è promuovere lo sviluppo sostenibile della regione attraverso la cooperazione transfrontaliera sulle risorse idriche, con obiettivi particolari riguardo l'istituzione di un regime internazionale di navigazione e la gestione sostenibile dell'acqua, collegando così lo sviluppo della navigazione e la protezione dell'ambiente.

Il bacino del fiume Sava è importante per la sua eccezionale diversità biologica e paesaggistica. Ospita i più grandi complessi di foreste di latifoglie alluvionali in Europa. Una gran parte di queste pianure alluvionali sono ancora intatte e collaborano nella riduzione delle inondazioni e incrementano la biodiversità, eseguendo una varietà di servizi ecosistemici. Le grandi aree di conservazione del fiume Sava sono tra i sistemi di controllo delle inondazioni più efficaci in Europa.

I sette siti Ramsar nel bacino del fiume Sava sono riconosciuti come punti focali per lo sviluppo dell'ecoturismo. Gestiti in modo adeguato, possono incrementare le economie locali e regionali proteggendo al contempo le aree ecologicamente sensibili. Le aree protette e i servizi ecosistemici del bacino del fiume Sava sono stati integrati nel primo piano di gestione dei bacini idrografici di Sava (2014), il cui principale punto di forza è il rispetto dei requisiti della WFD, compreso il pieno riconoscimento delle NBS nell'affrontare tutti i principali problemi di gestione delle acque.

Il bacino del fiume Sava è ricco di preziosi ecosistemi dipendenti dall'acqua sia all'interno che oltre i confini delle aree protette. Le vaste foreste di pianura e alluvionali hanno molteplici funzioni e sono economicamente significative: forniscono legname prezioso, immagazzinano una quantità importante di carbonio assai rilevante per il clima e prevengono l'erosione del suolo. Tuttavia, se il livello delle acque sotterranee diminuisce, queste foreste e i loro servizi ecosistemici si deteriorano. Allo stesso modo, l'eccezionale capacità di conservazione delle pianure alluvionali offre una serie di benefici alle persone, purché godano di un adeguato regime idrico. Il volume di conservazione delle zone umide di Sava è eccezionale e riduce i picchi di piena quando i livelli dell'acqua sono elevati, con grandi impatti positivi sulle comunità transfrontaliere. Queste zone umide sono anche una fonte di acqua durante la siccità, che è di grande importanza a seguito dei cambiamenti climatici. Le zone umide di Sava purificano anche l'acqua, un vantaggio che non dovrebbe essere sottovalutato dal momento che scarseggiano gli impianti di trattamento efficaci. Queste funzionalità sarebbero molto costose da sostituire con l'infrastruttura "grigia". Una gestione efficace di queste aree fornisce una soluzione vantaggiosa per tutte le parti coinvolte raggiungendo gli obiettivi ambientali della WFD nonché i molteplici obiettivi di gestione delle risorse idriche.

*Contributo di Dragana Milovanović (ISRBC).*

## LA LEGGE DEL MECCANISMO DI COMPENSAZIONE PER I SERVIZI ECOSISTEMICI (PERÙ)

Il meccanismo di compensazione per i servizi ecosistemici del Perù del 2014 è il primo quadro normativo (a livello nazionale) specifico per gli investimenti in infrastrutture verdi nel settore della fornitura di acqua potabile e servizi igienico-sanitari in America Latina. L'obiettivo principale di questa legge è promuovere, regolare e controllare i meccanismi di remunerazione per i servizi ecosistemici, che sono definiti come sistemi, strumenti e incentivi per generare, canalizzare,

trasferire e investire risorse economiche, quando i custodi degli ecosistemi stipulano un accordo con quelli pagando per i loro servizi, o per la conservazione, la riabilitazione e l'uso sostenibile delle fonti di questi servizi (UNECLAC, 2015). Lo scopo dei meccanismi di remunerazione è garantire che i benefici generati dagli ecosistemi sopravvivano nel futuro. Secondo questa legge, i custodi dei servizi ecosistemici possono ricevere una remunerazione che dipende dall'attuazione di misure per la conservazione, la riabilitazione e l'uso sostenibile delle fonti di servizi ecosistemici. Ciò può essere la conservazione di aree naturali, la riabilitazione di un'area che ha subito danni o un degrado ambientale, o misure per trasformare le fonti di servizi ecosistemici con un uso sostenibile. Allo stato attuale, 12 città hanno già approvato tariffe che comprendono gli investimenti negli spartiacque (Bennett e Ruef, 2016).

è la loro enfasi (se legalmente autorizzata o meno) che tutti i benefici, e non solo una serie ristretta di risultati idrologici, devono essere presi in considerazione nella valutazione delle opzioni di investimento. Ciò richiede un approccio sistematico dettagliato alla valutazione dei costi e dei benefici, che porterà a un miglioramento del processo decisionale e delle prestazioni generali del sistema (box 5.13).



Un vantaggio chiave delle NBS è anche il modo in cui contribuiscono alla costruzione generale della resilienza del sistema

## BOX 5.13

### VALUTAZIONI OLISTICHE E QUANTITATIVE CHE PERMETTONO DI FAVORIRE LE NBS RISPETTO A INFRASTRUTTURE COMPARABILI

La Strategia nazionale delle risorse idriche del Sudafrica 2013 considera esplicitamente le infrastrutture ecologiche e artificiali come elementi di supporto reciproco di un approccio integrato alla gestione delle risorse idriche. Tuttavia, investire in infrastrutture ecologiche richiede una conoscenza approfondita di come, quando e dove la società ottiene i maggiori benefici dal ciclo idrologico e dai servizi forniti dai bacini idrografici. Al fine di ottenere migliori informazioni quantitative sull'esecuzione di varie opzioni, due opzioni di infrastruttura ecologica (rimozione di grandi piazzole di piante esotiche invasive, piantare alberi e riabilitare praterie e boschi) sono state confrontate con le prestazioni dell'infrastruttura grigia in e tra due bacini in Sud Africa.

Gli investimenti precedenti avevano mirato alla riabilitazione del boschetto subtropicale indigeno sui pendii della collina che era stato denudato dal pascolo del bestiame. L'aumento della copertura vegetale in un bacino idrografico può ridurre l'approvvigionamento idrico medio annuale a causa dell'aumento dell'evaporazione. Tuttavia, le osservazioni su scala grafica hanno dimostrato che la riabilitazione del boschetto aumentava l'infiltrazione, la conduttività e la ritenzione idrica del suolo, e poteva anche avere significativi effetti positivi a valle, come intensificazione di flusso di acqua, flusso di base più sostenuto e continuativo, molto prezioso durante la stagione secca. Il ripristino della vegetazione su colline con terreno degradato può ridurre di metà il deflusso superficiale e la perdita di sedimento in pendenza di sei volte, a indicare che vi sono significativi guadagni idrologici da realizzare attraverso interventi specifici nel riabilitare, mantenere e proteggere infrastrutture ecologiche prioritarie. Quanto sopra ha valutato solo i benefici dell'investimento in infrastrutture ecologiche in termini di approvvigionamento idrico (quantità) e carichi di sedimenti ridotti, ma la riabilitazione e la protezione degli ecosistemi funzionanti ha molteplici vantaggi aggiuntivi che gli ecosistemi offrono rispetto alle installazioni di infrastrutture create per un solo scopo. Migliorare le infrastrutture ecologiche può anche migliorare la qualità delle acque, i servizi di impollinazione nei terreni adiacenti, i valori di pascolo e l'accesso alle piante medicinali, riducendo al contempo le intensità e i danni delle inondazioni, eliminando anidride carbonica dall'atmosfera, aumentando la produttività di selvaggina e bestiame, offrendo opportunità di ecoturismo e spazi ricreativi e culturali.

Le valutazioni dettagliate intraprese, utilizzando costanti confronti idrologici ed economici tra le opzioni di investimento in infrastrutture idriche, dimostrano che la riabilitazione delle infrastrutture ecologiche potrebbe migliorare la sicurezza idrica, supportare infrastrutture artificiali e contemporaneamente fornire altri benefici, tra cui potenziale creazione di posti di lavoro ed economie redditizie.

Fonte: Mander et al. (2017).



# 6

## ACCELERARE L'ASSORBIMENTO DEL CONCETTO NBS



UNDP-SIWI WGF | Josh Weinberg

UNDP | Marianne Kjellén

WWAP | David Coates

**Con il contributo di<sup>14</sup>:** Florian Thevenon and Lenka Kruckova (WaterLex); Christopher Raymond (Swedish Agricultural University); John H. Matthews (AGWA); Tatiana Fedotova (WBCSD); Maria Teresa Gutierrez (ILO); Håkan Tropp and Sofia Widforss (SIWI); and Aida Karazhanova (UNESCAP)

Raccogliere dati sulle acque piovane nello spartiacque del Fiume Tana (Kenya)



## 6.1 Introduzione

Questo capitolo intende indirizzare e valutare le criticità che impediscono, precludono o limitano l'implementazione delle NBS nel loro pieno potenziale nella gestione sostenibile delle risorse idriche. Queste criticità sono state considerate nei capitoli dal 2 al 5 di questo rapporto ed erano tra loro tutte coerentemente descritte. Ne consegue che le informazioni in tali capitoli sono ora amalgamate unitamente alle informazioni di altre relazioni su questo argomento, incluso Davis et al. (2015), Bennett e Ruef (2016) ed altre fonti come indicato di seguito. Tutte queste sfide sono globali, complessive, peculiari alle regioni/aree e spesso applicabili su larga scala alle NBS. Queste includono lo strapotere e la dominanza delle infrastrutture tradizionali nella gestione delle acque negli attuali strumenti di governo. Questo predominio si ravvede anche nell'orientamento dei mercati economici, nella esperienze dei fornitori di servizi, e di conseguenza nel pensiero dei politici e del pubblico in generale. Questi fattori contribuiscono ad aumentare l'inerzia nello sviluppo delle NBS e nei pregiudizi nei loro confronti, venendo esse percepite come poco efficaci in termini di costo benefici rispetto alle tradizionali infrastrutture e soluzioni. Lo squilibrio è significativo; per esempio, nonostante non vi siano dati accurati, i dati presentati nel capitolo 5 indicano che nonostante un trend di incremento degli investimenti in NBS in alcune regioni, la spesa complessiva destinata per gli investimenti è inferiore all'1% globalmente e molto vicina allo 0,1% del totale investimento destinato alle infrastrutture dedicate alla gestione delle acque:

- Esiste una carenza di conoscenza, competenza e comunicazione a tutti i livelli- comunità, pianificazione regionale e dei decisori a livello nazionale- su cosa le NBS possano realizzare ed offrire per ridurre i rischi associati alla variabilità della disponibilità delle acque e a migliorare la qualità delle stesse, comparate con le soluzioni tradizionali.
- Esiste una carenza nel modo in cui le soluzioni NBS e quelle tradizionali vengono integrate su larga scala ed una generale scarsa competenza nella capacità di implementazione delle NBS nel contesto delle acque.

<sup>14</sup> Gli autori desiderano ringraziare Penny Stock, Lisa Farroway e Saski Marijnissen della UNDP e Neil Coles della Università di Leeds per i loro preziosi commenti.

Le NBS non richiedono necessariamente risorse finanziarie addizionali, ma di solito coinvolgono il diverso direzionamento e l'uso effettivo di un finanziamento esistente

- Miti ed incertezze su come alcune infrastrutture naturali operino e cosa in realtà significhi servizi all'ecosistema in termini concreti.
- Difficoltà nel fornire una chiara valutazione sulle prestazioni dei progetti sviluppati su base NBS. A volte non è neanche molto chiaro quale sia una soluzione NBS oppure una ibrida. Esiste una carenza di informazioni e direttive tecniche, modalità e strumenti per determinare quale dovrebbe essere il giusto mix tra le soluzioni NBS e quelle tradizionali.
- Esiste un problema relativamente all'utilizzo nelle NBS sull'utilizzo dei terreni e relativo conflitto sui possibili alternativi utilizzi che altrimenti potrebbero esserci, nonostante le soluzioni ed infrastrutture tradizionali comportino un pervasivo utilizzo dei terreni oppure effetti negativi sui terreni stessi, inoltre alcune tra le soluzioni NBS richiedono una trascurabile quantità dai bacini a fronte di un significativo risultato su tutto il bacino. Questo richiede anche un coinvolgimento diretto da parte degli attori in gioco, come i proprietari terrieri, la qual cosa aggiunge ulteriori complicazioni allo sviluppo di tali implementazioni.

Le risposte richieste a queste suddette sfide identificate fondamentalmente richiedono la creazione di condizioni che facciano considerare le NBS altrettanto valide quanto le tradizionali nella gestione delle acque. Le aree interconnesse che richiedono maggiore e migliore interazione includono la finanza, i regolamenti sui temi ambientali, interscambio tra i vari settori inclusa l'armonizzazione a le politiche tra le varie aree di sviluppo e la conoscenza di base sulle NBS. L'implementazione delle NBS dovrà integrarsi con le esistenti (o recentemente implementate) strutture di gestione operanti sul territorio oggetto di implementazione NBS. Un ambiente decisamente favorevole è indispensabile unitamente a politiche, progetti e piani finanziari. Quadri di riferimento e giurisprudenza dovrebbero essere favorevoli o almeno neutrali nei confronti delle NBS e relativa implementazione. Gli accordi quadro nazionali potrebbero già beneficiare di disposizione volte ad incoraggiare approcci ecosistemici o sostenibili, azioni queste che possono supportare una maggiore implementazione di NBS.

La cooperazione intersettoriale (ad esempio tra i Mlnisteri) è essenziale per l'implementazione della maggior parte delle NBS su qualsiasi scala.

Una migliore conoscenza di base e in alcuni casi una maggiore e solida base scientifica, è un requisito im-

portante nella maggior parte dei casi. La conoscenza deve essere resa fruibile e diffusa in una forma adatta all'utente: per esempio, linee guida che consentano interpretazioni NBS specifiche nell'applicazione di regolamenti già esistenti. Lo sviluppo del nuovo o la riforma delle politiche, dei regolamenti e dei piani esistenti può aiutare a progredire in questo processo.

## 6.2 Mobilitare i finanziamenti

NBS non richiede necessariamente risorse finanziarie aggiuntive di solito invece comportano il re-indirizzamento più efficace dell'utilizzo del finanziamento esistente. Si stima che saranno necessari circa 10.000 miliardi di dollari in infrastrutture per le risorse idriche tra il 2013 e il 2030 (Dobbs et al., 2013). Il problema chiave, quindi, è come NBS può contribuire alla riduzione di questo onere di investimento attraverso un miglioramento economico, in efficienze ambientali e sociali negli risultati degli investimenti. Ci sono tuttavia indicazioni di un incremento di investimenti nelle NBS (vedere la Sezione 5.2.2). Ad esempio, si stima che 25 miliardi di dollari siano stati investiti in infrastrutture verdi per l'acqua in tutto il mondo nel 2015, con un aumento annuale degli investimenti di oltre l'11% rispetto al precedente anno (Bennett e Ruef, 2016).

Un fattore scatenante di questo progresso è il crescente riconoscimento di come approcci basati su sistemi naturali possano creare soluzioni a livello di sistema ottimizzando la generazione di servizi ecosistemici per rendere gli investimenti più sostenibili ed contemporaneamente convenienti nel tempo. Quindi, come evidenziato nei capitoli precedenti, c'è un crescente interesse da parte della comunità scientifica, politica e finanziaria per affinare le conoscenze su come progettare NBS e dirottare capitale di investimento per la loro implementazione. Un ingrediente essenziale per raggiungere questo risultato sarà avere sempre di più approcci olistici e innovativi verso il finanziamento.

Davis et al. (2015) ha rilevato una mancanza di specifici meccanismi nei finanziamenti delle NBS. Tuttavia, esistono una varietà di strumenti e approcci di finanziamento per realizzare investimenti in NBS che possono fornire valore alla società. Diversi esempi di approcci di finanziamento basati sul ritorno economico per i servizi di spartiacque sono stati presentati nel capitolo 5. Bennett e Ruef (2016) hanno rilevato che gli investimenti nei bacini idrografici sono prevalentemente realizzati localmente, con quasi il 90% di quegli investimenti provenienti da programmi governativi per sovvenzionare direttamente i proprietari terrieri con fondi economici per intraprendere azioni per la protezione dei bacini idrografici. Un emergente mercato obbligazionario di tipo "Green" mostra un potenziale promettente per mobilitare il finanziamento verso le NBS e, in particolare, dimostra che la NBS può funzionare bene se valutata in base a standardizzati rigorosi criteri di rendimento degli investimenti (Riquadro 6.1). In questo campo, il Climate Bonds Initiative (CBI)<sup>15</sup> ha osservato che i mercati globali dei titoli verdi e climatici potrebbero avere un ruolo più ampio nell'influenzare, capacitare e aiutare a sfruttare il capitale privato per investire in NBS e infrastrutture verdi.

<sup>15</sup> La CBI è un'organizzazione internazionale senza fini di lucro incentrata sugli investitori. Vedi [www.climatebonds.net/about](http://www.climatebonds.net/about).

## FINANZIARE LA “RESILIENZA DELL’ACQUA”: L’EMERGENZA DEI BOND VERDI E CLIMATICI PER L’ACQUA

Nel 2007, la Banca europea per gli investimenti e la Banca mondiale hanno iniziato a emettere “bond verdi” (che sono anche diventate note come “bond climatici”) come meccanismo di prestito per dimostrare i vantaggi economici degli investimenti e delle attività positive per l’ambiente. Un “bond verde” è diverso da un bond regolare in quanto implica un impegno a utilizzare i fondi raccolti esclusivamente per finanziare o ri-finanziare progetti, beni/risorse o attività economiche vantaggiose dal punto di vista ambientale (ICMA, 2015), mentre un bond climatico si riferisce in modo specifico ad un’attività o progetto che ha un obiettivo principale di mitigazione del clima o di adattamento. Molti progetti di infrastrutture idriche a livello nazionale e sub-nazionale sono finanziati attraverso bond. Nel mondo sviluppato, i bond per singole entità come i servizi idrici delle città possono facilmente ammontare a diverse centinaia di milioni di dollari USA. Come categoria di investimento, i bond verdi e climatici sono rimasti mercati relativamente di nicchia, con un impatto limitato, fino al 2013. In quell’anno le emissioni sono triplicate a circa 10 miliardi di dollari dopo che la finanza commerciale e le istituzioni aziendali hanno iniziato a promuovere il prodotto sul mercato. Questi trend hanno subito un’accelerazione nel 2014 (35 miliardi di dollari) e superato 80 miliardi di dollari nel 2016, aspetto che appare positivo alla luce della richiesta UNFCCC dell’Accordo di Parigi di raggiungere 100 miliardi di dollari per finanziamenti climatici entro il 2020 (CBI, 2017). Mentre il pool di mercato è cresciuto rapidamente, la maggior parte delle obbligazioni sono state inizialmente offerte con prove limitate di garanzie. Inoltre, la sensibilità degli investimenti legati all’acqua agli impatti climatici ha evidenziato la necessità di questi investimenti per dimostrare la robustezza e l’efficacia di adattamento climatico. Nel 2014 un consorzio di ONG - Ceres, CBI, il World Resources Institute, il CDP\*, lo Stockholm International Water Institute (SIWI) e l’Alliance for Global Water Adaptation (AGWA) hanno organizzato una serie di gruppi di lavoro tecnici e industriali che criteri di punteggio definiti per emittenti e verificatori per fornire fiducia agli investitori nel mercato del clima e dei green bonds, avvalendosi di oltre cento esperti in ecosistemi acquatici, ingegneria, governance, economia ambientale e idrologia. Questi criteri valutano il potenziale di adattamento climatico delle obbligazioni in aggiunta al loro impatto ambientale sulla base delle prove e delle scienze più recenti per valutare soluzioni di gestione idrica robuste e flessibili (Walton, 2016).

La prima fase del lavoro si è concentrata sugli investimenti in infrastrutture idriche “grigie” tradizionali con l’esclusione di energia idroelettrica, mentre la fase due si è concentrata sull’uso delle NBS e sui criteri idroelettrici. In molti modi, questi criteri servono a colmare le lacune di conoscenza e consapevolezza tra la comunità tecnica di gestione delle risorse idriche e il pubblico di investitori. In quanto tale, i criteri fungono da potente strumento di comunicazione sui problemi relativi alla resilienza e alle risorse idriche (Michell, 2016). Il successo dell’emissione nel 2016 del primo bond diverso dallo standard rappresenta un forte cambiamento nella consapevolezza degli investitori, con reazioni drammatiche da parte della finanza per lo sviluppo, della stampa per investitori e gestione dell’acqua (Lubber, 2016), nonché delle principali istituzioni pubbliche (es. la promozione degli USA dello standard CBI per il World Water Day 2016\*\*\*). Entro un anno dalla definizione dei criteri di phase-1, oltre 1 miliardo di dollari USA era stato emesso, inclusa la prima emissione africana di Cape Town, con il punteggio sostenuto da KPMG. Il bond ha fatto molta strada per colmare le lacune tra le comunità del cambiamento climatico, dell’acqua e della finanza.

*Contributo da: John H. Matthews (AGWA).*

\* Formalmente conosciuto come “Carbon Disclosure Project”

\*\* [www.waterworld.com/articles/2016/05/san-francisco-public-utilities-commission-issues-world-s-first-certified-ggreen-bond-for-water-infrastructure.html](http://www.waterworld.com/articles/2016/05/san-francisco-public-utilities-commission-issues-world-s-first-certified-ggreen-bond-for-water-infrastructure.html)

\*\*\* [www.ooskanews.com/story/2016/03/agwa-presents-two-new-initiatives-white-house-water-summit\\_170615](http://www.ooskanews.com/story/2016/03/agwa-presents-two-new-initiatives-white-house-water-summit_170615)

Migliorare la comprensione all’interno del settore finanziario dei modi per eseguire quanto esposto rimane una sfida critica, ma vi sono prove del fatto che in questo senso si sta verificando un cambiamento.

Il settore privato può anche essere ulteriormente stimolato e guidato per far progredire le NBS nelle aree in cui opera. Le aziende sono sempre più interessate a investire in capitale in questo senso e verso le NBS guidati da un convincente “business case”. I driver aziendali da tenere in considerazione quando si parla di NBS includono limitazioni delle risorse, requisiti normativi, cambiamenti climatici e gravi eventi meteorologici, benefici finanziari diretti e guadagni operativi, risultati finanziari e di reputazione derivanti da benefici ambientali e sociali (WBCSD, 2015a).

NBS riconosce gli ecosistemi come capitale naturale, che il “Natural Capital Protocol<sup>16</sup>” definisce come la riserva di risorse naturali rinnovabili e non rinnovabili (ad esempio piante, animali, aria, acqua, suolo e minerali) che si combinano per generare un flusso di benefici per le persone. Il Protocollo di capitale naturale fornisce un metodo standardizzato, ma sicuramente funzionale ed adatto allo scopo, utilizzato da numerose aziende in tutto il mondo, per misurare, valorizzare e integrare il capitale naturale nei processi aziendali per supportarli nello sviluppo di strategie e piani

<sup>16</sup> Per maggiori informazioni su Capitale naturale e Capitale naturale Protocollo, consultare [naturalcapitalcoalition.org/protocol/](http://naturalcapitalcoalition.org/protocol/).



Un mercato “green bond” emergente dimostra potenziale promettente per mobilitare il finanziamento delle NBS e dimostra che le NBS possono funzionare bene quando valutate rispetto a rigorosi criteri di rendimento degli investimenti standardizzati

di investimento. Tuttavia, le aziende spesso mancano di esperienza al proprio interno; a volte potrebbero addirittura non essere nemmeno a conoscenza delle NBS e l'efficacia di queste soluzioni. Per superare tali ostacoli, le aziende possono formare personale, sia con un'organizzazione indipendente che utilizzando guide destinate alle Aziende. Ad esempio,<sup>17</sup> il corso di formazione per le infrastrutture naturali per le imprese sviluppato dal World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) in collaborazione con l'ambiente delle Nazioni Unite e con il supporto di Wetlands International, Arcadis e Shell, è una risorsa utile e disponibile gratuitamente scaturita da una concreta esperienza commerciale nel lavorare con le NBS. Le aziende possono anche sviluppare un framework organizzativo per le NBS che può essere applicato a diverse funzioni aziendali (ad esempio operazioni, finanza, relazioni con gli investitori, ecc.) volto ad identificare come possono contribuire a sviluppare le NBS. Ciò può aiutare a facilitare la comprensione delle NBS in tutte le funzioni e il suo potenziale valore aggiunto, compresi i benefici finanziari diretti. Le aziende possono anche espandere le partnership per co-sviluppare NBS.

La collaborazione con le comunità vicine e le ONG può aiutare le aziende a garantire la propria immagine sociale per operare e moltiplicare i benefici sociali e ambientali che possono scaturire dalle NBS.

Il Fondo per il finanziamento del capitale naturale è uno strumento finanziario che combina il finanziamento della Banca europea per gli investimenti e i finanziamenti della Commissione europea nell'ambito del programma LIFE, lo strumento di finanziamento dell'UE per l'ambiente e l'azione per il clima.<sup>18</sup>

Lo strumento fornisce sostegno finanziario a progetti incentrati sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici che generano entrate o risparmio sui costi.

In tal modo, lo strumento mira a convincere il mercato e i potenziali investitori sulla convenienza di promuovere investimenti sostenibili del settore privato sulla biodiversità e delle operazioni di mutamento climatico.

Il miglioramento dei metodi di valutazione dell'ecosistema e delle risorse naturali sta fornendo gli strumenti necessari per integrare la NBS nel processo decisionale. Ad esempio, l'approccio della quantificazione e valutazione della ricchezza dei servizi ecosistemici (WAVES) fornisce decisioni più accurate in materia di infrastrutture, della qualità e della quantità dell'acqua nei sistemi di contabilità nazionale (World Bank, n.d.).

L'agricoltura rappresenta un'area significativa per lo sviluppo ulteriore del finanziamento verso le NBS. Tuttavia, è difficile valutare gli investimenti attuali e potenziali, perché di solito sono parte integrante di investimenti più ampi per migliorare sostenibilità agricola. Collettivamente, i paesi dell'OCSE hanno trasferito da soli una media annuale di 601 miliardi di dollari USA ai produttori agricoli negli anni 2012-14 e hanno speso altri 135 miliardi di dollari USA in servizi generali a supporto del funzionamento generale del settore. Alcune grandi economie emergenti hanno iniziato a raggiungere il livello medio di sostegno fornito dai paesi dell'OCSE (OCSE, 2015b).

Tuttavia, la stragrande maggioranza dei sussidi agricoli, e probabilmente la maggior parte dei finanziamenti pubblici e quasi tutti gli investimenti del settore privato per la ricerca e lo sviluppo agricolo, supportano l'intensificazione agricola convenzionale che aumenta l'insicurezza e la criticità idrica (FAO, 2011b).

Il concetto dominante di sviluppo per una ecologica sostenibile produzione agricola, che consiste essenzialmente nel dispiegamento di NBS (tecniche migliorate di gestione del suolo e del paesaggio), non è solo il percorso riconosciuto per raggiungere la sicurezza alimentare (FAO, 2014a), ma sarebbe anche un importante anticipo verso il finanziamento delle NBS.

La finanza può fare molto di più che canalizzare gli investimenti. Può anche guidare lo sviluppo del progetto verso le NBS. I governi forniscono regolarmente linee guida per fondi di investimento statali, fondi sovrani e strumenti simili per creare criteri di investimento che sostengano un'economia sostenibile. Lo stesso può valere per gli investimenti “green” inserendo i titoli “verdi”, i responsabili politici segnalano agli emittenti obbligazionari che esiste una forte domanda di emissione di obbligazioni verdi (CBI). Le esperienze di un giusto mix tra strumenti di mercato con green bond possono essere utili per altri attori del settore finanziario per unirsi o favorire la diffusione in tutto il mondo, così da diventare essi stessi piloti, testando diverse opzioni per strumenti di investimento che possano supportare efficacemente le NBS nelle diverse connotazioni. L'ulteriore coordinamento, condivisione delle conoscenze e co-sviluppo di standard simili tra le obbligazioni e gli strumenti verdi e di altro tipo rappresenterebbe un profondo impatto positivo nell'accelerazione dei flussi di capitale finanziario disponibile nelle NBS e probabilmente garantirebbe a tali investimenti un rendimento migliore e un maggiore valore per la società.

Valutare i benefici di NBS (attraverso un'analisi costi-benefici più olistica) è un passo essenziale per ottenere investimenti efficienti e attingere alle risorse finanziarie in più settori. Ad esempio, NBS è una soluzione chiave per soddisfare le carenze nelle esigenze previste per il finanziamento della conservazione della biodiversità attraverso il re-indirizzamento di investimenti esistenti, in particolare nelle infra-

<sup>17</sup> Per ulteriori informazioni sul corso di formazione sull'infrastruttura naturale per le imprese, consultare [www.naturalinfrastructureforbusiness.org/risorse/#formazione](http://www.naturalinfrastructureforbusiness.org/risorse/#formazione).

<sup>18</sup> Per ulteriori informazioni sul Fondo di finanziamento del capitale naturale, vedi [www.eib.org/products/blending/ncff/index.htm](http://www.eib.org/products/blending/ncff/index.htm)

strutture di gestione delle risorse idriche e nello sviluppo agricolo (PSNU / BIOFIN, 2016). Tutti i benefici, non solo una serie ristretta di risultati idrologici, devono essere presi in considerazione nelle valutazioni delle opzioni di investimento. Ciò richiede un approccio sistematico dettagliato, ma porterà a miglioramenti significativi nel processo decisionale e nelle prestazioni generali del sistema. Ad esempio, Mander et al. (2017) fornisce uno strumento ed una metodologia utile ai fini di una valutazione olistica dei vantaggi idrologici ed altri che possono aiutare nelle scelte di investimento, dimostrando così i vantaggi delle NBS in tal senso (cfr. riquadro 5.13).

Ciononostante, esiste ancora un divario considerevole tra il modo in cui le comunità imprenditoriali e finanziarie valutano l'importanza del supporto all'investimento oculato nelle NBS e la loro attuale capacità di mobilitare gli investimenti in progetti concreti e pianificazione dello sviluppo (CBI, 2017). Un'enorme sfida, a tutti i livelli (nazionale, regionale e globale), è il divario tra il capitale potenziale disponibile per gli investimenti e i progetti potenzialmente finanziabili supportati da validi enti di attuazione per eseguirli. Questo è spesso il risultato di una discrepanza tra le conoscenze e le capacità tra i gruppi di soggetti interessati - quelli con conoscenze tecniche di NBS spesso non hanno conoscenza sul finanziamento disponibile e i requisiti per accedervi, e viceversa, gli specialisti della finanza spesso non riconoscono o apprezzano i contenuti specifici e tecnici delle NBS. Chiaramente, una migliore comunicazione tra questi due gruppi sarà fondamentale per garantire ed accelerare il progresso su questo tema.

## 6.3 Sviluppo delle normative e leggi sul tema ambiente

### 6.3.1 Norme nazionali e regionali e quadri di riferimento

Davis et al. (2015) hanno osservato che gli attuali ambienti normativi e legali per l'acqua sono stati sviluppati in gran parte tenendo conto degli approcci di infrastrutture tradizionali. Di conseguenza, può essere difficile mettere a sistema e sviluppare le NBS in questo quadro. Raggiungere i progressi nella piena implementazione di NBS richiede pertanto che i governi valutino e, ove necessario, modifichino, i loro regimi legali e normativi al fine di rimuovere ostacoli all'adozione delle NBS. Ad esempio, la città di Basilea in Svizzera ha sviluppato la più vasta area di tetti verdi pro capite del mondo, investendo in programmi di incentivi per fornire sussidi per la loro installazione, estendendo questo e facendo passare una legge per l'edilizia che preveda tetti verdi su tutti i nuovi sviluppi con tetti piani, incluso un emendamento che stabilisce linee guida progettuali associate per massimizzare il loro contributo alla biodiversità (Kazmierczak e Carter, 2010; EEA, 2016). Drastici cambiamenti nei regimi normativi potrebbero non essere necessari e molto può essere ottenuto promuovendo le NBS in modo più efficace attraverso i quadri di riferimento esistenti. Ad esempio, nel 2013 la Commissione europea ha adottato la strategia per le infrastrutture verdi (EC, 2013b) per promuovere lo sviluppo di infrastrutture verdi nelle aree rurali e urbane nell'UE.

Nei luoghi in cui non esiste ancora una normativa che consenta di identificare, come ed in che modo le NBS possono supportare gli approcci di pianificazione esistenti a diversi

livelli sarebbe utile fare un primo passo verso questo processo. Ad esempio, la Commissione europea ha prodotto un documento politico sulle "misure naturali di ritenzione idrica" (EC, 2014), evidenziando sia il loro potenziale contributo alla implementazione di molteplici direttive (acqua, alluvioni, habitat, ecc.) sia i piani di gestione dei bacini idrografici. Pur non imponendo il loro utilizzo, si sono sviluppate pratiche a livello regionale e di comunità di implementazioni di tali direttive.

In alcuni casi, le leve politiche dirette possono consentire un più rapido e semplificato sviluppo delle NBS o rimuovere ostacoli in tale senso. Bennett e Ruef (2016) forniscono alcuni esempi: in California nel 2016 è stata introdotta una nuova legge che consente alle foreste e ai prati di qualificarsi come infrastruttura idrica, che a sua volta consente il finanziamento di infrastrutture idriche disponibili per proteggere o ripristinare i paesaggi utilizzati per l'approvvigionamento idrico; Il Perù richiede direttamente ai fornitori di servizio che parte dei ricavi delle tariffe idriche vengano investite in infrastrutture verdi ed NBS per il mutamento climatico; e nell'UE, la politica agricola comune comprende l'obiettivo di spendere il 30% dei finanziamenti erogati tramite sussidi agricoli dell'UE per il migliore utilizzo delle risorse naturali (ad esempio le misure di "inverdimento", che includono più NBS a livello aziendale). Queste politiche forniscono alle autorità pubbliche un veicolo per l'accesso processi nuovi o esistenti che consentono loro di selezionare, finanziare e implementare le NBS.

Affinché le città possano adottare un'ampia gamma di NBS, in genere devono o rientrare in un piano ed una strategia specifica oppure le NBS devono essere integrate nel piano di sviluppo generale (Kremer et al., 2016). Ogni città, regione o paese troverà diverse opzioni che hanno senso all'interno dei loro piani e meccanismi di finanziamento esistenti. A Barcellona, ad esempio, è stato adottato un "Piano per le infrastrutture verdi e la biodiversità", che suggeriva programmi di attuazione e un "catalogo di potenziali azioni" che includeva una serie di NBS (Oppla, n.d.). In Cina, i grandi investimenti nazionali a sostegno delle città modello, per progettare, pianificare e realizzare "Città spugna" (sponge city) sono una strada possibile per provare ad espandere le NBS all'interno dei sistemi SUDS (Horn e Xu, 2017).

### 6.3.2 Sviluppo Internazionale e globale quadri di riferimento.

A livello globale, NBS offre agli Stati membri un mezzo per rispondere e utilizzare vari accordi ambientali multilaterali, come la Convenzione sulla diversità biologica, l'UNFCCC e la Convenzione di Ramsar sulle zone umide, nonché il quadro di Sendai sulla riduzione del rischio di catastrofi, che include la sicurezza alimentare (vedi il Capitolo 1 per ulteriori informazioni e dettagli) e l'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici, affrontando anche gli imperativi economici e sociali. Ognuno di questi dovrebbe essere incorporato in maniera pertinente nei regolamenti e nelle politiche nazionali che influenzano il processo decisionale a livello provinciale e locale e coinvolgono la filiera NBS. Poiché molte NBS sono implementati a livello locale, gli Stati membri possono rivedere il loro quadro politico generale, assicurando che a livello decisionale vengano garantiti appropriati incentivi a sostegno della definizione delle politiche ambientali con adozione delle NBS, ove giustificato. Un quadro generale per la promozione di NBS è l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile e gli SDG (discussa ulteriormente nel Capitolo 7).

## 6.4 Miglioramento della collaborazione intersettoriale ed armonizzazione delle politiche

### 6.4.1 Collaborazione intersettoriale

Appare evidente che le NBS richiedono livelli molto maggiori di collaborazione intersettoriale rispetto ad approcci dell'infrastruttura tradizionale, in particolare se applicati su scala paesaggistica. Le NBS spesso attraversano molte aree settoriali di interesse (ad esempio tra coloro che lavorano con gestione delle risorse idriche, agricoltura, silvicoltura, pianificazione urbana, protezione ecologica, ecc.) e le parti interessate hanno diverse prospettive e priorità per ogni proposta NBS (Nesshöver et al., 2017). Tuttavia, questo può anche rappresentare un'opportunità per riunire quei gruppi in un comune progetto o agenda più ampia.

Una NBS può rivelarsi più utile a coloro che devono pianificare interventi quando la discussione si concentra su un problema chiaramente identificato ed è presentato come un'alternativa o come complementare ad altre opzioni (Barton, 2016). Ciò contribuirà a rafforzare la presenza delle NBS nell'ambito della progettazione generale di politiche, misure o azioni per affrontare diverse sfide. Affinché le NBS siano implementate e considerate con successo, dovrà essere chiaro cosa offrono quanto costerà, come dovrebbe essere gestita e chi sia in grado di farlo.

Una serie di "casi di studio su infrastrutture naturali" che coinvolgono le aziende sono state raccolte e valutate da aziende partecipanti (Dow Chemical Company / Swiss Re/ Shell / Unilever / TNC, 2013). Questi spaziano da come costruire zone umide e gestione delle acque piovane al trattamento, decontaminazione e controllo dell'erosione. Fattore di successo diventa la prospettiva temporale per comprendere i vantaggi a lungo termine che le NBS offrono ai servizi all'ecosistema rispetto alle soluzioni con infrastrutture tradizionali ed ancora di più la possibilità di portare casi di successo per promuovere le NBS da parte del potere decisionale. Anche il settore agricolo ha fatto progressi: per esempio, la rapida diffusione dei terreni coltivati attraverso lavorazioni non intensive o agricoltura conservativa più che triplicata da circa 45 milioni di ettari di terre coltivate negli anni '90 a circa 157 milioni di ettari (AQUASTAT, n.d.) attuali, che ammontano a poco più dell'1% delle terre attualmente coltivate su base permanente.

Inoltre, il progresso e la diffusione sono altamente variabili tra regioni e le differenze sembrano avere più a che fare con i fattori ambientali che con quelli economici o biogeologici-climatici. In particolare sembra essere decisiva l'esistenza di pregiudizi di carattere istituzionale, di interesse politico e commerciale che avversano le soluzioni sostenibili (Derpsch e Friedrich, 2009). Un ingrediente chiave del successo dell'agricoltura conservativa è stato il riconoscimento da parte degli agricoltori che l'approccio fornisce una migliore produttività e sostenibilità all'azienda Agricola stessa, oltre ad i vantaggi esterni alle loro stesse realtà produttive, quali i benefici ambientali. Questi risultati vantaggiosi per entrambe le parti coinvolte nelle NBS devono essere meglio identificati e promossi al fine di incoraggiare un maggiore coinvolgimento delle parti interessate e promuovere un sempre migliore coordinamento tra le stesse parti. Nel caso in cui vi siano delle parti lese, tali danni devono essere identificati e subito indirizzati e risarciti.

### 6.4.2 Armonizzazione delle politiche sui diversi obiettivi

Armonizzare più aree politiche a livello globale, internazionale, nazionale, provinciale e locale è un'esigenza fondamentale per lo sviluppo sostenibile. Le NBS offrono un mezzo per rendere operative le politiche su scale economiche, sociali ed ambientali. Questo è anche, in un certo senso, un mezzo decisivo per promuovere la collaborazione intersettoriale attraverso lo sviluppo del consenso sugli obiettivi politici in un dato contesto.

In molti paesi, il panorama politico rimane altamente frammentato. Una migliore armonizzazione delle politiche in tutti i programmi economici, ambientali e sociali sono un requisito in generale importante, ancor più per quanto riguarda le NBS in ragione della loro capacità di fornire sempre più significativi benefici oltre al pur importante risultato idrologico. Gli impatti sociali di una oculata strategia di gestione dello spazio verde, ad esempio, contribuiscono a garantire una gamma di vantaggi sulla salute e benessere pubblico che possono guidare o rafforzare il sostegno politico per la loro attuazione.

Tra gli effetti positivi, ad esempio quelli che offrono gli spazi verdi al rilassamento psicofisico, riduzione dello stress e della depressione, incremento dell'attività fisica ed in generale della salute psico-fisica (Raymond et al., 2017). Anche la NWRM (EC, 2014) della Commissione europea fornisce raccomandazioni per coordinare la pianificazione e il finanziamento all'interno di altri ambiti politici come la direttiva DQA e le direttive sulle inondazioni.

In Germania, una valutazione ha identificato accuratamente alcuni obiettivi con i relativi investimenti necessari al loro raggiungimento attraverso le NBS, tra cui quello relativo ai cambiamenti climatici, così come le strategie nazionali per il loro adeguamento, la biodiversità e la protezione delle foreste (Naumann et al., 2014). Quattro diversi ministeri con enfasi tematiche diverse collaborano strettamente ed in maniera integrata per garantire il successo dell'implementazione dell'approccio cinese "sponge city" (cfr. riquadro 2.6).

La Commissione Nazionale per lo sviluppo e la riforma fornisce mirati fondi stanziati per la costruzione della Sponge City, il Ministero della finanza promuove sia partnership pubblico-privato che sostegno finanziario diretto, il Ministero della Urbanistica e dell'Edilizia abitativa fornisce una guida sistemica sugli obiettivi, standard tecnologici e valutazioni e il Ministero per le risorse idriche fornisce guida e supervisione funzionale sugli aspetti di conservazione dell'acqua (Ambasciata del Regno dei Paesi Bassi in Cina, 2016; Xu e Horn, 2017).

Un sempre più chiaro mandato da parte dei più alti livelli politici potrà accelerare in modo significativo la diffusione delle NBS e migliorare il coordinamento intersettoriale. Negli Stati Uniti, ad esempio, un memorandum presidenziale del 2015 (The White House, 2015) ha incaricato le Agenzie federali di considerare le infrastrutture verdi nel loro processo decisionale, dando vita ad un centro di investimento sulle e per le risorse naturali. In risposta, il Dipartimento dell'energia e dell'ambiente a Washington DC fornisce formazione e guida sull'uso delle infrastrutture verdi offrendo formazione e guida su "General Compliance, Generation and Certification of Storm-water Retention Credits" Discounts on Storm-water Impervious Fees, Green Area Ratio" e Best Management Practices for Green Infra-

strutture Construction and Inspection”<sup>19</sup>.

L’Agenzia degli Stati Uniti, Environmental Protection Agency (US EPA), ha una serie di schede informative che descrivono “come professionisti dell’EPA e dello Stato possano fornire norme mirate ad incorporare pratiche ed approcci infrastrutturali di tipo naturale nel sistema di eliminazione degli scarichi inquinanti, il carico massimo dei flussi di acqua piovana, carichi massimi giornalieri controllo a lungo termine della rete fognaria” (US EPA, 2015, p.2).

Due strumenti chiave comunemente usati per affrontare con approcci più integrati la gestione delle risorse idriche, tra cui la debita considerazione dei diversi attori in causa, sono la pianificazione territoriale e IWRM. Tuttavia, in pratica, entrambi spesso non riescono a includere adeguatamente la dimensione dell’ecosistema acquatico: la pianificazione dell’uso del territorio spesso non riesce a riflettere pienamente implicazioni sull’uso del suolo per le risorse idriche e l’IWRM (in pratica) è spesso troppo focalizzato sulla gestione della superficie e delle falde acquifere, trascurando gli impatti dell’ecosistema compresi gli impatti del cambiamento dell’uso del suolo. Entrambi gli strumenti troppo spesso non riescono a considerare i servizi ecosistemici come un quadro d’insieme per la valutazione, causando così significative omissioni o sottovalutazioni di impatti importanti delle scelte gestionali.

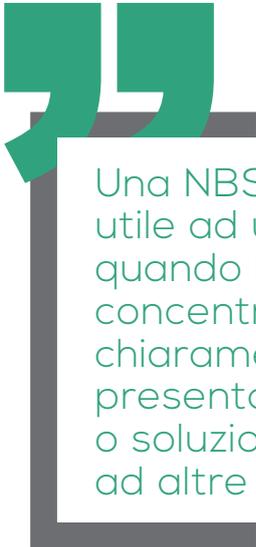
Una risposta chiave, quindi, è rappresentata dalla piena integrazione dell’ecosistema e relativi servizi all’ecosistema nella pianificazione ed utilizzo delle risorse di terra e di acqua.

## 6.5 Migliorare la conoscenza di base

### 6.5.1 Migliorare la conoscenza e sfatare miti

La questione relativa all’interazione tra acqua e ambiente naturale è piena di miti, errate interpretazioni e talvolta frettolose generalizzazioni (Bullock and Acreman, 2003; Andréssian, 2004; Chappell, 2005; Tognetti et al., 2005). Tutto ciò non aiuta a stabilire una fiducia nelle NBS e relative applicazioni. Illazioni o assunti, spesso erratamente, vengono considerati circa la funzioni svolte dal sistema idrologico e di come esso possa influenzare ed alterare il ciclo idrologico, con conseguenti benefici per le comunità. Come notato nel Capitolo 1, esiste una vasta gamma di servizi idrologici e similari che possono essere considerati in diversi tipi di ecosistema. Questo significa che le NBS dovrebbero essere basate meno su generalizzazioni di fondo e di più su interventi mirati e locali sulla base delle specifiche necessità e condizioni. Un fattore determinante è la scarsità di rigore, quando non addirittura incomprensioni a proposito del completo percorso idrologico e come essa è influenzata o meno dagli interventi sulla gestione dell’ecosistema. Raymond et al. (2017) ha riassunto le principali lacune di conoscenza nella valutazione degli effetti della NBS (focalizzata sulle aree urbane), osservando che gli impatti di NBS sull’ambiente sono effettivamente compresi, ma il loro rapporto costo-efficacia ed il relativo apporto di vantaggi risulta spesso poco chiaro. Un miglioramento della conoscenza almeno di base, unitamente ad una solida base scientifica rappresenta un aspetto fondamentale, considerando l’importanza fondamentale che le prove hanno nel convince-

<sup>19</sup> Per maggiori informazioni si rimanda a [doec.dc.gov/node/619262](https://doec.dc.gov/node/619262)



Una NBS può rivelarsi più utile ad un progettista quando la discussione si concentra su problemi chiaramente identificati ed è presentata come alternativa o soluzione complementare ad altre opzioni

re i responsabili delle decisioni sulla redditività delle NBS. Percezioni di incertezza circa loro prestazioni e costo-efficacia, accesso limitato alle informazioni e guida sulla loro progettazione, implementazione, monitoraggio e valutazione, così unitamente al timore di alti costi di implementazione, tutti i vincoli identificati per l’implementazione delle NBS (Davis et al., 2015). Un aspetto fondamentale è la capacità di infondere fiducia nel fatto che una NBS possa rappresentare la fonte primaria di servizi per le risorse idriche, unitamente alla considerazione che i benefici non idrologici possono ulteriormente orientare le decisioni in loro favore (Mander et al., 2017). Quando tuttavia cattivi esempi di implementazione delle NBS vengo riscontrati, è facile propendere per un pregiudizio verso queste ultime per ritornare ad un approccio verso le infrastrutture tradizionali.

La disparità di valutazione delle due modalità, tradizionale ed NBS è un’altra evidenza su come le due metodologie vengano considerate.

Ad esempio, il criterio di valutazione delle infrastrutture tradizionali è decisamente più permissivo rispetto a quello delle NBS.

La World Commission on Dams (2000), ad esempio, ha dissipato la percezione che i progetti di mega-infrastrutture sono sempre costruiti su solide basi scientifiche, economiche e tecniche, portando ad esempio progetti di dighe di grandi dimensioni che esibiscono un alto grado di variabilità dei benefici previsti, spesso peggiorativi rispetto a quanto previsto in fase di progetto, omettendo o trascurando anche da un punto di vista economico i costi legati all’impatto sull’ambiente sociale ed all’ecosistema. La Commissione ha anche notato con disappunto “che i progetti completati sono pochi, di portata ristretta, scarsamente integrati tra le diverse categorie di impatto e di scala e inadeguatamente connesso alle decisioni sulle operazioni” (The World Commission sulle dighe, 2000, p. XXXI). La Commissione è anche giunta alla conclusione che circa un secolo di attività sulle dighe in India ha apportato notevoli impatti negativi per dislocamento delle comunità, erosione del territorio e diffusione allargata del ristagno a fronte di moderati benefici verso una garanzia di beni alimentari. Deve quindi continuare lo sforzo nella diffusione della conoscenza delle NBS anche su solide basi scientifiche, per accelerare la diffusione delle stesse NBS. Esse spesso non appaiono soluzioni prevedibili come quelle tradizionali, avendo queste ultime a loro vantaggio una base storica di dati più ampia, contrariamente a quella delle NBS (UNEP-DHI / IUCN / TNC, 2014). La migliore strada da seguire è quella di abbracciare continuamente innovazione e ricerca durante l’attuazione e gestire in modo adattivo le NBS in



Le applicazioni NBS devono essere meno basate su assunzioni generalizzate e meglio fissate e disegnate specificatamente per applicazioni locali

modo scientificamente rigoroso, riconoscendo che gli ecosistemi sono dinamici e complessi (Mills et al., 2015).

Un'altra critica spesso mossa verso le NBS, è che queste richiedono un tempo maggiore rispetto a quelle tradizionali nel raggiungimento dei loro obiettivi. Anche questo non è necessariamente vero.

Ad esempio, installare un impianto di drenaggio urbano sostenibile locale o un tetto verde può essere fatto in pochi giorni, con positivo impatto immediato. L'applicazione di questi su larga scala potrebbe effettivamente richiedere più tempo, ma non necessariamente più lungo rispetto a metodi tradizionali. Una gestione più sostenibile con minore sfruttamento del terreno della coltura ('Agricoltura di conservazione') può produrre benefici in due/tre anni (Derpsch e Friedrich, 2009). Applicazioni delle NBS su vasta scala paesaggistica attraverso il ripristino dell'ecosistema per esempio, può richiedere più tempo, ma gli impatti significativi possono essere raggiunti in circa dieci anni (vedi Riquadro 2.2). A confronto, in media le grandi dighe impiegano 8,6 anni per essere realizzate (non includendo il tempo richiesto per la progettazione, pianificazione e finanziamento) e otto su dieci grandi dighe subiscono frequenti tracimazioni. (Ansar et al., 2014). Un altro assunto spesso sopravvalutato sulle NBS è che siano "convenienti", mentre questo dovrebbe essere stabilito con una valutazione, includendo debitamente la considerazione di benefici indotti ed indiretti. Inoltre, mentre alcune applicazioni NBS su piccola scala possono essere di basso costo se non nullo, alcune applicazioni, in particolare su ampia scala, possono richiedere grandi investimenti: ad esempio, i costi di ripristino e conservazione dell'ecosistema possono variare ampiamente da poche centinaia a diversi milioni di dollari USA per ettaro (Russi et al., 2012).

Mentre è praticamente assodato che gli umani ricevono inestimabile servizi dagli ecosistemi e sono altamente dipendenti da essi, i metodi per identificare e valutare questi servizi e integrare la valutazione nella pianificazione e nel processo decisionale sono ancora una grande sfida di "governance" (Kremer et al., 2016). Le diverse forme di analisi multi-criterio possono essere utilizzate per (rimuovere "informare") fornire maggiori informazioni a chi di dovere nella scelta sui progetti NBS (Liquete et al., 2016). Tali criteri di valutazione aiutano nella scelta di potenziali soluzioni alternative, di tipo ibrido (tradizionale/naturale) o nel mantenere la situazione in essere.

Le NBS, naturalmente, sono intimamente connesse con il territorio e le conoscenze delle popolazioni residenti per quanto riguarda la gestione delle risorse idriche. Si stima che le popolazioni indigene e tribali si prendano cura di circa il 22% della superficie terrestre, proteggendo quasi l'80% della biodiversità della Terra, rappresentando tali popolazioni solo il 5% della popolazione mondiale (ILO, 2017). Affinché le NBS possano beneficiare in modo adeguato del supporto e del contributo dei popoli indigeni e similari fonti di conoscenza, è imperativo che le loro vulnerabilità ambientali siano affrontate e i loro diritti rispettati. La Convenzione 169 sulle Popolazioni Indigene e tribali dell'Organizzazione internazionale del lavoro (ILO, 1989) è un trattato internazionale che fornisce una guida per garantire il giusto riconoscimento alle popolazioni indigene e promuove le loro conoscenze, culture e stili di vita tradizionali. Sempre più processi internazionali globali, come come il Framework di Sendai per la riduzione del rischio di disastri, e l'accordo di Parigi sul cambiamento climatico vanno riconoscendo il ruolo prezioso che le popolazioni indigene e le loro conoscenze apportano nella tradizionali costruzione di società resilienti.

La conoscenza delle tradizioni con particolare riferimento al funzionamento dell'ecosistema e l'interazione natura-società può essere inestimabile, ma spesso queste trovano ostacoli nella integrazione e nella valutazione nei processi decisionali.

La conoscenza locale e delle tradizioni è anche minacciata dal conflitto di usi commerciali delle risorse naturali e dei delicati tessuti sociali di alcune società (Tinoco et al., 2014). Una risposta efficace a questo è quello di garantire che i detentori di tali competenze e conoscenze siano pienamente ed efficacemente coinvolti nelle valutazioni, nelle decisioni, (rimuovere "realizzazione"), nella implementazione e nella gestione. Più generalmente, l'assegnazione delle NBS guidate dalla comunità è un modo per evidenziare come tali soluzioni possono adattarsi allo sviluppo localmente sostenibile (Riquadro 6.2).

Altrettanto importante per la conoscenza stessa è il mezzo di cui ci si serve nella comunicazione di quanto le NBS possano fornire nell'ambito servizi idrici; tutto questo, ad esempio, può essere tradotto in manuali, che possano essere compresi sia da tecnici che da ecologisti e mirati a fornire una guida ai responsabili politici, ai manager e agli appaltatori locali responsabili della implementazione delle NBS (Hulsman, 2011).

La sfida rappresentata dalla conoscenza può essere ancora più importante in molti paesi in via di sviluppo in cui capacità tecnica per implementare approcci alternativi è spesso inferiore a quella nei paesi sviluppati (Narayan, 2015; Giove, 2015).

Tuttavia, ci sono fonti per l'apprendimento e l'approccio ad emulare. Ad esempio, nella regione del Mekong, l'ADB e il Centro internazionale per la gestione ambientale hanno creato un kit di strumenti in sette volumi per supportare le autorità cittadine, ingegneri infrastrutturali, specialisti in valutazione ambientale (rimuovere "specialisti"), decisori, urbanisti, specialisti sulle inondazioni e siccità e rappresentanti della comunità locale a capire meglio dove e come possono incorporare le NBS nell'urbanistica sostenibile e resiliente (ADB, 2015).

La dimostrazione dei risultati di prestazione ottenuti rapportato ad indicatori stabiliti potrebbe rappresentare una base più solida di prove per rendere le NBS sempre più

convincenti. Informazioni specifiche in merito ai risultati e benefici apportati a tutti gli attori in gioco e le loro esigenze sono molto importanti per comprendere il valore economico, la riduzione del rischio possibile benefici generati ecc., nonché una vasta gamma dei valori sociali e culturali relativi agli ecosistemi e la loro gestione su diversi piani di riferimento (Brown e Fagerholm, 2015; Plieninger et al., 2015; Raymond e Kenter, 2016). Oltre a una diagnosi del potenziale valore dell'offerta e gli ostacoli agli investimenti nella implementazione delle NBS, particolare attenzione dovrebbe essere riposta nel coinvolgimento delle comunità locali nella pianificazione, progettazione ed implementazione delle NBS.

### 6.5.2 Lacune di informazione e ricerca

Alcune lacune nelle informazioni e le esigenze di una ricerca appaiono chiaramente identificate nella preparazione di questo rapporto. Questo presuppone un miglioramento nel:

- la comprensione dei comportamenti in ambito idrologico dei diversi ecosistemi e sottosistemi, includendo anche le diverse forme di gestione, per una migliore proiezione dei risultati delle NBS in casi specifici;
- La conoscenza della idrologia LULUC ed i relativi suoi impatti su vasta scala;
- La comprensione dell'impatto dovuto alla perdita o al degrado dell'ecosistema sulla idrologia;
- la comprensione dei legami tra ecosistema, le acque ed i servizi all'ecosistema per identificare sempre meglio gli impatti (negativi o positivi) che il cambio dell'ecosistema ha sul benessere umano;
- La valutazione delle prestazioni e i risultati delle applicazioni NBS sull'assetto idrologico e le condizioni socio-economiche, con relativa condivisione, incluso i casi di insuccesso. Raymond et al. (2017) suggerisce ed indica una possibile metodologia per valutare le prestazioni ed i risultati delle NBS;
- sviluppo di indicatori dell'efficacia ed efficienza delle NBS con particolare riferimento a quelle che favoriscono l'ecosistema, l'idrologia con relativi effetti correlati sul sistema economico e sociale;
- sviluppo di una guida che preveda una analisi olistica del rapporto costo-benefici, ivi inclusi i benefici non strettamente connessi all'acqua;
- sviluppo degli strumenti di comunicazione per le NBS;
- integrazione dell'ecosistema nella pianificazione dell'utilizzo delle terre e IWRM;
- la comprensione dei fattori socio-politici che influenzano la gestione delle acque per meglio comprendere quali fattori possano stimolare e accelerare un radicale cambiamento.
- Come evidenziato nelle precedenti edizioni del World Water Development Report, esiste la necessità in senso generale ed ampio di dati accurati per quanto riguarda la disponibilità delle acque, della loro qualità e rischi associati e non di meno dei benefici che la NBS può apportare a tutto questo. Dati migliori sono necessari per valutare lo stato e l'andamento dell'ecosistema relativo alle acque. Di particolare rilevanza, anche i dati scarsi sul terreno e della sua influenza sull'idrologia in considerazione dell'influenza che essi svolgono sull'approvvigionamento del cibo, con particolare riferimento al lungo tempo necessario, anche secoli, per eventuali

## BOX 6.2

### L'INIZIATIVA "EQUATOR INITIATIVE": LE NBS CHE COINVOLGONO LE COMUNITÀ INDIGENE

L'iniziativa "Equator Initiative" è una partnership che riunisce le Nazioni Unite, i governi, il mondo accademico, le organizzazioni della società civile (che vanno dalle ONG internazionali alle organizzazioni di base) e le popolazioni indigene per costruire capacità e elevare il profilo degli sforzi che fanno avanzare le NBS nello sviluppo sostenibile locale in diversi paesi. Il relativo premio "Equator Prize" viene assegnato ogni due anni per riconoscere gli eccezionali sforzi della comunità per ridurre la povertà attraverso la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità. Il "Equator Initiative's Knowledge Center" (Centro di Conoscenza dell'Equator Initiative) contiene anche un database delle NBS e una mappa interattiva. Diversi progetti riguardano la riscoperta dei sistemi ancestrali di gestione delle acque e le tradizionali tecniche di raccolta dell'acqua piovana per migliorare la qualità dell'acqua potabile. La reintroduzione della raccolta di acqua piovana può essere necessaria a causa di nuove pressioni, come sversamenti di petrolio e scarichi di acque reflue che hanno inibito l'uso di alcuni fiumi (nel caso dell'Ecuador) o a causa dell'intrusione di acqua salina (nel caso della città costiera di Barisal in Bangladesh).

Anche la raccolta dell'acqua su scala più ampia può essere importante per il mantenimento dei mezzi di sostentamento e degli habitat. Il Centro per lo sviluppo in India contribuisce all'educazione della comunità sui sistemi ancestrali di sopravvivenza. Per questo è stato sviluppato un progetto dimostrativo con strutture di governance della comunità che coinvolgono la rigenerazione e il mantenimento dei comitati di villaggio, combinato con un aumento dei redditi e della sicurezza del sostentamento, per migliorare l'equilibrio tra uomo e natura.

La gestione dei bacini idrici comporta anche la conservazione e la riabilitazione della copertura vegetale nativa, come nel fiume Etiope in Nigeria, dove tali iniziative hanno contribuito a mitigare gli impatti dell'erosione e della canalizzazione nei corsi d'acqua delle sorgenti e a ricollegare le sezioni frammentarie del torrente e le riserve naturali di vegetazione.

I progetti basati sulla comunità che lavorano (in particolare con le popolazioni indigene) mostrano modi fattibili per affrontare le sfide future di crescente inaffidabilità delle risorse idriche a causa dell'inquinamento o di altri cambiamenti nei regimi idrici. I progetti idrici guidati dalla comunità possono promuovere un insieme di soluzioni per la gestione delle risorse idriche e naturali più diversificate e adattate localmente, per attingere alla conoscenza esistente e sempre più diffusa dell'ambiente locale e per come utilizzare in modo sostenibile le sue risorse attraverso soluzioni intrinsecamente basate sulla natura.

Fonte: Equator Initiative (n.d.).

Contributo di: Marianne Kjellén (UNDP).

formazione e cura dei diversi ecosistemi. (FAO/ITPS, 2015a). E' da notare che un miglioramento delle basi scientifiche su cui fondare la gestione delle acque non potrà pervenire solo dal mero ottenimento dei dati statistici, ma parimenti e soprattutto dalla comprensione che è necessario un cambio di paradigma organizzativo nella percezione su base temporale e dello spazio (Bedford and Preston, 1988).

## 6.6 Un quadro di riferimento e criteri comuni per valutare le opzioni

Una sfida ben nota per l'adozione delle NBS è quella che i vari settori idrici o sotto-settori tendono a utilizzare i loro specifici metodi individuali per la valutazione e monitoraggio, anche per la quantificazione del ritorno sull'investimento nel tempo. Lo sviluppo e l'implementazione di criteri comuni rispetto ai quali sia le NBS che altre opzioni per la gestione delle risorse idriche debbano essere valutate è un requisito prioritario affinché si abbia un'equa considerazione dei costi e benefici tra le diverse opzioni. Cohen-Shacham et al. (2016) indica suggerimenti relativamente ai criteri da adottare per valutare la redditività delle NBS, mentre Raymond et al. (2017) fornisce una revisione dettagliata degli indicatori per la valutazione e monitoraggio delle NBS molti dei quali potrebbero risultare anche rilevanti applicati ad anche altre opzioni di gestione delle acque. Nella sezione 6.2 sono evidenziati sviluppi sulla definizione di uno sviluppo di criteri e standard comuni per la valutazione dei potenziali investimenti delle soluzioni ed opzioni infrastrutturali NBS rispetto a quelle tradizionali (vedi anche Box 6.1).

Criteri generali comuni per una valutazione della gestione delle risorse idriche possono essere sviluppati su base del singolo caso.

La piena inclusione di tutti i benefici idrologici e altri benefici e l'intera gamma dei costi e benefici dei servizi ecosistemici (per qualsiasi opzione) deve essere un requisito fondamentale. Tuttavia, è anche auspicabile che criteri maggiormente dettagliati siano necessari anche per le applicazioni in aree fondamentali (ad esempio infrastrutture urbane, agricoltura e RRC).

Ciò richiederà la costruzione del consenso tra le varie parti in gioco che hanno un ruolo rilevante dello scenario; appare quindi difficile sviluppare in questa sede ulteriori dettagliate opzioni e proposte.

Un quadro di riferimento e criteri comuni pertanto rappresenterà un contributo fondamentale per valutare le opzioni disponibili e da utilizzare per raggiungere un obiettivo di sostenibilità ed equità nella gestione delle risorse idriche.





7

# REALIZZARE IL POTENZIALE DELLE NBS PER ACQUA E SVILUPPO SOSTENIBILE



WWAP | David Coates, Richard Connor,  
Angela Renata Cordeiro Ortigara,  
Stefan Uhlenbrook and Engin Koncagül

Realizzazione di grattacielo verde Sidney (Australia)



Il presente Report sullo sviluppo mondiale dell'acqua sostiene in conclusione che le Soluzioni Naturali (NBS) hanno il grande potenziale di apportare contributi notevoli, e in molte aree unici ed essenziali, nel raggiungimento della sostenibilità e nell'incontro di vari obiettivi della gestione dell'acqua. Questo fatto è al momento ampiamente sottovalutato.

Questo capitolo traccia le conclusioni circa i tre punti salienti delle Soluzioni Naturali (NBS):

- Qual è lo stato attuale delle applicazioni delle Soluzioni Naturali (NBS)?
- Qual è il potenziale per la loro applicazione?
- Cosa occorre cambiare per realizzare questo potenziale?

Attingendo alle conclusioni e alle lezioni apprese dai capitoli precedenti, si presenta una panoramica dello stato attuale di come le Soluzioni Naturali (NBS) contribuiscano alla gestione delle risorse idriche, seguita da una valutazione del loro potenziale contributo per incontrare le sfide contemporanee e future della gestione delle risorse idriche. Il capitolo si chiude dimostrando come le Soluzioni Naturali (NBS) per l'acqua contribuiscano, inoltre, al raggiungimento dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile e gli SDGs (Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – ONU).

Nonostante questo Report abbia valutato le Soluzioni Naturali (NBS) per il miglioramento della disponibilità dell'acqua, la qualità e i rischi in capitoli separati (rispettivamente 2,3 e 4), riconoscendo un legame tra loro, il punto chiave è che le NBS portano benefici nelle tre aree contemporaneamente. È raro per le NBS essere impiegate per un singolo obiettivo e normalmente sono preferite per il loro apporto sistemico al miglioramento delle performance, tra cui l'incremento della resilienza.

Inoltre, tutti i capitoli precedenti hanno evidenziato i benefici comuni che le Soluzioni Naturali (NBS) generalmente apportano oltre i diretti risultati legati all'acqua, come quelli di una biodiversità migliorata, qualità del paesaggio, benefici sociali ed economici e la sostenibilità del sistema. Questi benefici correlati spesso sbilanciano i giudizi individuali sulle opzioni a favore delle Soluzioni Naturali (NBS) e certamente si schierano a favore della loro considerazione rafforzata nel complesso.

## 7.1 Dove siamo adesso?

Nonostante non vi sia stato un giudizio quantitativo completo sulle applicazioni attuali delle Soluzioni Naturali (NBS) a livello mondiale, due punti sono ben assodati.

Innanzitutto, vi è stata un'applicazione considerevole delle Soluzioni Naturali (NBS) nel corso della storia della gestione delle acque, attraverso tutte e tre le sue dimensioni – disponibilità dell'acqua, qualità dell'acqua e rischi relativi all'acqua. L'argomento non è nuovo. Esistono comunità informate, esperte ed entusiaste della pratica in vari settori e campi. Nella maggior parte dei casi, le Soluzioni Naturali (NBS) non sono guidate in primis dai lobbisti ambientali. Vi sono notevoli esempi in cui le innovazioni delle Soluzioni Naturali (NBS), e il potenziamento, siano stati condotti da interessi settoriali. Ciò fa ben presagire un'estesa diffusione, come dimostra la loro accettata utilità. Per esempio, in agricoltura, le applicazioni sono diffuse e guidate dagli agricoltori e/o dalle istituzioni di supporto e l'integrazione delle Soluzioni Naturali (NBS) nelle strutture delle politiche agricole è stato chiaramente guidata dagli enti agricoli; le Soluzioni Naturali (NBS) sono ormai integrate in alcuni approcci del settore economico per il loro contribuire a un modello economico sostenibile; e l'infrastruttura verde ha una lunga storia di sviluppo guidata da ingegneri civili illuminati e tradizionali iniziative locali.

Le istituzioni ambientali, in particolare a livello nazionale, sono qualificate unicamente a presentarsi proattivamente con Soluzioni Naturali (NBS), che inoltre indirizzano le sfide incontrate da altri settori e a identificare cooperativamente esiti favorevoli per tutti. Questo richiede di ampliare il loro focus storico sulla conservazione dell'ambiente "naturale" attraverso regole e regolamenti, anche per aumentare il supporto al progresso sostenibile ambientale in sistemi gestiti o altamente modificati.

In secondo luogo, vi è un'ampia evidenza di come l'attenzione verso le Soluzioni Naturali (NBS) stia aumentando. Per esempio, gli investimenti negli schemi PES, implementati, per esempio, attraverso la conservazione e le riserve d'acqua, sono in aumento (vedi i Capitoli 3 e 5); investimenti in rapida crescita nell'infrastruttura verde dimostrano una diffusione in aumento; e i mercati emergenti dei "green bond" mostrano un potenziale promettente per mobilitare finanziamenti NBS e, da notare, dimostra che le Soluzioni Naturali possono rendere bene se valutate contro i rigorosi criteri standard di rendimenti di investimento (Capitoli 5 e 6). Come ci si potrebbe aspettare, le Soluzioni Naturali (NBS) sono diventate diffuse in accordi ambientali multilaterali dacché fungono da ponte verso ambienti più esplicitamente legati allo sviluppo sostenibile, e in particolare negli ultimi dieci anni (Capitolo 1 e 6). Importante ricordare che le soluzioni Naturali (NBS) adesso stanno diventando popolari anche presso altri forum politici rilevanti, inclusi quelli sulla sicurezza alimentare e l'agricoltura sostenibile (Capitolo 2), riduzione dei rischi di disastri (Capitolo 4) e finanza (Capitolo 6).

Vi è una chiara evidenza che emerge attraverso tutti i capitoli, cioè che i costi e benefici delle Soluzioni Naturali (NBS) vi possano favorevolmente comparare con opzioni alternative di grige infrastrutture, specialmente se si considerano i molteplici benefici correlati che apportano a medio e lungo termine, nonostante il Capitolo 6 evidenzi che ciò non è sempre ben definito e una migliore valutazione, monito-

raggio e giudizio delle NBS sono richiesti se il progresso nel campo non sarà indebolito.

Nonostante l'ottimo equilibrio tra investimenti verdi e grigi non sia ben definito e particolarmente specifico del luogo, i limitati dati disponibili suggeriscono che l'investimento nell'infrastruttura verde resta solo una frazione (possibilmente meno dell'1% dell'investimento totale nella gestione delle risorse acquifere). Inoltre, restano vari esempi di interventi politici, finanziari e gestionali in cui le Soluzioni Naturali sono assenti, anche lì dove presenterebbero un'opzione ovvia. Superare le sfide significative verso le ascendenti NBS, che variano dalla schiacciante dominanza delle convenzionali soluzioni dell'infrastruttura grigia fino a una generale mancanza di consapevolezza e comprensione di ciò che le NBS possono offrire, essenzialmente coinvolge la creazione del giusto ambiente che permetta alle NBS di essere valutate e in cui vengano finanziate ed implementate in maniera appropriata (Capitolo 6). I professionisti delle Soluzioni Naturali devono giocare il loro ruolo migliorando la conoscenza basilare, includendo la dimostrazione di valutazioni più robuste delle NBS, per incrementare la fiducia verso le NBS e la capacità di giudicarle e implementarle.

## 7.2 Quanto possiamo andare oltre?

Questo report conclude che una maggiore apertura verso le NBS è centrale per incontrare le contemporanee sfide chiave della gestione delle risorse idriche per il supporto e il miglioramento della disponibilità dell'acqua e la sua qualità, riducendo al contempo rischi relativi all'acqua. E' ben stabilito sia nella letteratura scientifica che attraverso il consenso politico che, senza una diffusione più rapida delle NBS, la sicurezza dell'acqua continuerà a declinare probabilmente in maniera rapida. Valutare il relativo potenziale degli approcci verdi contro i grigi può non solo essere stimolante, ma anche distensivo. Come è stato discusso in questo report, entrambe sono già e dovrebbero essere a supporto l'una dell'altra. Inoltre, le NBS sono essenziali per raggiungere il progresso in un numero di aree di sfida delle risorse idriche e sono solo opzioni fattibili per incontrare alcune sfide più grandi a lungo termine.

I precedenti report sullo sviluppo dell'acqua a livello mondiale, tra gli altri, hanno argomentato notevolmente che la sicurezza sostenibile dell'acqua non sarà raggiunta attraverso approcci di ordinaria amministrazione.

Le NBS offrono una chiave di svolta per andare oltre l'ordinaria amministrazione.

A ogni modo, la necessità di una maggiore apertura verso le Soluzioni Naturali è al momento sottovalutata. Una giustificazione per tali affermazioni deriva da vari fattori, che includono::

- a conservazione e il ripristino dell'ecosistema sono le risposte primarie per ribaltare le attuali tendenze nella degradazione dell'ecosistema e il loro impatto sull'acqua, che è divenuto un fattore primario nel determinare lo stato negativo delle risorse idriche (Prologo), includendo l'attenuazione dei rischi di catastrofi legati all'acqua, che sono aggravati dai cambiamenti climatici e da altri cambiamenti globali (Capitolo 4).
- la valutazione della possibilità per le NBS di indirizzare la scarsità d'acqua in agricoltura presenta probabilmente l'esempio più convincente della loro importanza.

I potenziali benefici attraverso una migliore gestione del terreno-interfaccia della vegetazione sono enormi. Ripristinando la base ecologica della coltura e dell'allevamento come un mezzo per migliorare la sicurezza dell'acqua per l'agricoltura e per moderare le sue esteriorità mediate dall'acqua è considerato l'approccio prioritario per portare l'agricoltura all'interno di limiti sostenibili e di raggiungere la sicurezza alimentare (FAO, 2011b; 2014°). Le valutazioni citate nel Capitolo 2 suggeriscono che l'estesa applicazione delle Soluzioni Naturali (innanzitutto comportando un miglioramento della gestione del suolo, della vegetazione e del panorama) verso esistenti sistemi di coltura irrigati con acqua piovana offre benefici stimati di circa il 50% dell'attuale produzione agricola dall'irrigazione. Da una prospettiva di mercato idrico, questo si traduce in un miglioramento equivalente al 35% dell'attuale recesso idrico totale a livello globale. Di conseguenza, e in maniera semplicistica, i risparmi idrici da queste Soluzioni Naturali (NBS) da sole possono rappresentare più della prevista domanda di acqua accresciuta entro il 2050 (Prologo), risolvendo simultaneamente (a livello globale) non solo la sicurezza idrica per la sfida della sicurezza alimentare, ma anche liberando forniture d'acqua per altri scopi e potenzialmente ridurre la richiesta d'acqua a livello globale. Benefici socio-economici correlati sono inoltre sostanziali, dacché la maggior parte delle famiglie di contadini in paesi in via di sviluppo si affidano alle colture irrigate dalle piogge. Simili approcci di Soluzioni Naturali (NBS) offrono opportunità per migliorare ulteriormente l'efficienza dell'uso delle acque per scopi agricoli in sistemi d'irrigazione. Inoltre, tali approcci NBS spesso migliorano la qualità dell'acqua, rafforzando contemporaneamente la resilienza del sistema e riducendo i rischi. Colture irrigate con l'acqua piovana si basano poco o per niente sull'infrastruttura grigia. Inoltre, questo esempio da solo dissipa qualsiasi nozione secondo cui le Soluzioni Naturali sono in qualche modo un supplemento minore alle soluzioni di grigia infrastruttura; il progresso è raggiunto gestendo semplicemente meglio le componenti dell'ecosistema (in questo caso, suoli e copertura del suolo) così che l'acqua piovana arrivi e resti lì dove è necessaria nella parte delle radici.

- Le Soluzioni Naturali (NBS) sono il principale, se non l'unico possibile, mezzo per affrontare su larga scala la degradazione della terra e l'aridità (Capitoli 2 e 4 - nonostante in pratica molte Soluzioni Naturali NBS usano già simili approcci per questo scopo, come per l'implementazione dell'agricoltura irrigata con la pioggia, di cui sopra). Questo rende le NBS centrali, per esempio, per sostenere i mezzi di sostentamento nelle aree di siccità e combattere la desertificazione attraverso la riabilitazione della produttività terrena - uno sviluppo sostenibile prioritario e una sfida per la riduzione della povertà.
- Gli impatti principali del cambiamento climatico sugli esseri umani sono mediati dall'acqua (UN-Water, 2010) e si verificano principalmente attraverso spostamenti connessi all'acqua e indotti dal clima nell'ecosistema (IPCC, 2014). Questo implica che il mezzo fondamentale per adattarsi al cambiamento climatico è attraverso l'adattamento basato sull'ecosistema, che migliora la resilienza degli ecosistemi stessi a quegli spostamenti connessi all'acqua e indotti dal clima - ovvero, impiegando le Soluzioni Naturali (NBS). Di conseguenza, l'attenzione crescente verso le NBS nelle misure di adattamento al cambiamento climatico. I Capitoli 2, 3 e 4 forniscono tut-

ti esempi di come le NBS facciano fronte rispettivamente alla disponibilità dell'acqua, qualità e rischi, molti dei quali sono, inoltre, una risposta d'adattamento al cambiamento climatico. Inoltre, poiché molte Soluzioni Naturali (NBS) per l'adattamento al cambiamento climatico implicano il ripristino del carbonio nel territorio (es. carbonio nel suolo o nelle foreste), contribuiscono inoltre all'attenuazione del cambiamento climatico - un beneficio non senza conseguenze, considerando che il cambiamento nell'uso della terra è stato il responsabile di circa il 25% delle emissioni di gas serra antropogenici sinora (FAO, 2014b).

- Adesso è ampiamente riconosciuto il grande potenziale che possiede l'impiego dell'infrastruttura verde. Vi è uno scopo significativo nell'espandere l'ammmodernamento dell'infrastruttura verde o nell'incorporarlo in uno stato di pianificazione iniziale, insieme a una gestione migliorata del territorio urbano e periurbano, al fine di raggiungere soluzioni urbane sostenibili con una serie di risultati comprovati di apportare contributi significativi alla gestione idrica urbana e alla resilienza, includendo la riduzione dei rischi urbani (Capitoli 3,4 e 6).

WaSH è un'altra area in cui le NBS offrono un potenziale significativo seppur raggiunto principalmente attraverso una migliore disponibilità e accesso idrici (Capitolo 2), migliore qualità dell'acqua (Capitolo 3) e minori rischi correlati all'acqua (Capitolo 4). Per esempio, la degradazione dell'ecosistema è riconosciuta come la maggiore restrizione al raggiungimento universale dell'accesso all'acqua potabile sicura e dunque vi è un riconoscimento dello scopo nel ripristino dell'ecosistema come un passo fondamentale per andare avanti (World Bank, 2009). Le NBS che implicano approcci eco-igienici, come toilette a secco, offrono inoltre la promessa di eliminare praticamente i requisiti d'uso dell'acqua in molte situazioni. Le Soluzioni Naturali (NBS) contribuiscono a lavori migliori e maggiormente sostenibili attraverso la creazione di benefici diretti e trasversali della gestione delle risorse d'acqua, così da generare opportunità di impiego attraverso una larga gamma di settori e sbloccando la possibilità di una creazione occupazionale indiretta attraverso un effetto moltiplicatore (WWAP, 2016). Possono, comunque, creare direttamente lavori e strumenti di sostentamento. Per esempio, gli schemi PES (Pagamenti per i Servizi Ecosistemici) permettono il finanziamento della distribuzione e della condivisione della gestione delle risorse idriche tra un numero maggiore di beneficiari - soprattutto comunità povere in aree rurali (Capitolo 5). Le NBS che contribuiscono a un miglior rendimento, resilienza e sostenibilità dell'agricoltura offrono un potenziale significativo per migliorare l'agricoltura a conduzione familiare, specie su piccola scala - ampiamente considerato come uno dei mezzi più importanti per permettere l'uscita di gente dalla povertà, nella maggior parte dei paesi in via di sviluppo.

### 7.3 Come ci arriviamo?

Se gli affari ordinari fossero una possibile opzione, non avremmo bisogno della serie di Report sullo Sviluppo Idrico Mondiale né dell'Agenda 2030 sullo Sviluppo Sostenibile. I precedenti report sullo Sviluppo Idrico Mondiale hanno argomentato in maniera consistente il cambiamento trasformatore su come gestiamo le acque. Molti forum politici correlati sono d'accordo su questo punto. Questa edizione del report reitera la stessa conclusione, ma sottoli-

nea che le NBS offrono un maggiore mezzo per raggiungere il cambiamento trasformatore richiesto. Si argomenta che l'assenza di un adeguato riconoscimento del ruolo degli ecosistemi nella gestione idrica è un fattore chiave che rafforza la necessità di un cambiamento trasformatore. Tale cambiamento non può più essere solo una chimera, lo spostamento ha bisogno di avviarsi rapidamente e, ancora più importante, di essere pienamente tradotto in politiche di attuazione. Questo report conclude che l'abbrivio in questo processo, anche se in ritardo, è positivo ma vi è ancora un lungo percorso da affrontare.

Tale cambiamento trasformatore ha bisogno di essere costruito su un approccio più olistico e sistemico nei modi in cui gestiamo le acque. Le prospettive affaristiche ordinarie sostengono che l'acqua sia un problema lineare (a monte e a valle) che ha ampiamente a che fare con la gestione della fornitura e della domanda dell'acqua in superficie e nelle falde, generalmente separatamente e principalmente per un uso umano diretto. I conflitti con gli ecosistemi sono riconosciuti, ma considerati secondari all'esigenza di acqua per le persone. L'acqua è gestita per una parte dei suoi valori, non per la sua destinazione ad un sistema più ampiamente vasto di benefici. La risposta convenzionale al miglioramento della fornitura idrica e della sua qualità, in contrasto al cambio climatico e alla riduzione del rischio di calamità, è stata quella di costruire più infrastruttura grigia e, ove riconosciute, le Soluzioni Naturali sono state considerate un beneficio marginale, non il fulcro centrale. Un approccio eco sistemico, comunque, riconosce che l'acqua si muove attraverso e tra i territori in una serie di cicli interconnessi dalle piccole scale sino a quelle regionali/globali, e molte di queste sfidano una prospettiva monte-a valle. Per esempio, si evidenzia la mancanza di attenzione verso la gestione degli impatti del cambiamento nell'uso della terra sul riciclo dell'umidità dall'esterno del bacino, sfidando la nozione secondo cui il bacino idrico sia l'unica unità di gestione più appropriata (Capitolo 1,2 e 6), nonostante i confini dei bacini idrici restino di gran lunga più appropriati delle unità amministrative, che sono ancora comunemente usate nella gestione delle risorse idriche. L'attenzione delle NBS è concentrata sui sistemi di gestione, che includono approcci integrati di infrastruttura verde e grigia che portino al massimo i benefici a livello di sistema. Per esempio:

- usare ecosistemi per recuperare acqua ove necessario, dov'è più sicuro; ridurre i problemi di qualità dell'acqua alla fonte; apportare migliori benefici socio-economici trasversali a livello di sistema, sostenibilità e resilienza inclusi;
- la disponibilità dell'acqua ambientale per i bisogni umani nel territorio non è vista come predeterminata da fattori climatici oltre la nostra influenza, ma può essere gestita, per esempio, attraverso la gestione della copertura del suolo per influenzare il riciclo dell'umidità o attraverso miglioramenti nella gestione del suolo;
- il problema non è la semplice allocazione tra usi contrastanti; la disponibilità, la qualità e i rischi idrici per alcuni utenti può essere migliorata migliorando al contempo benefici per gli altri;
- il ruolo e il bisogno di infrastrutture grigie è riconosciuto, ma altrettanto lo sono le sue limitazioni, incluso il suo potenziale e significativo aumento dei rischi; un ruolo delle NBS è quello di fronteggiare queste limitazioni e aumentare il rendimento idrologico ed economico delle opzioni grigie, offrendo opportunità per il rafforzamento dei benefici sociali;

- a riserva d'acqua non è vista puramente come il massimo rendimento delle strutture artificiali, ma dalla prospettiva di come la riserva d'acqua sia gestita al meglio attraverso i territori rurali e urbani, focalizzando l'attenzione su sistemi interconnessi (es. serbatoi, zone umide e falde acquifere) che integrano le caratteristiche di riserve naturali e artificiali – la priorità è immagazzinare acqua dove è più al sicuro e dove può essere utilizzata per vari scopi, soprattutto per la resilienza dei sistemi, senza focalizzarsi sulla capacità di riserva artificiale;
- costruire la resilienza è fondamentale; gli approcci alla gestione dei rischi, calamità e rischi dovuti al cambiamento climatico inclusi, dovrebbero focalizzarsi attraverso il fronteggiare sistemico delle cause profonde di tali rischi: il cambiamento dell'ecosistema;
- non devono essere considerati solo i risultati legati all'acqua, ma i benefici trasversali a livello di sistema, inclusi i benefici correlati a tutte le opzioni collettivamente;
- i sistemi sono gestiti al meglio attraverso un coinvolgimento multiplo delle parti interessate e l'uso nelle NBS per raggiungere il consenso su risultati reciprocamente vantaggiosi parallelamente alla gestione dei compromessi;
- contrastare i fattori è un modo di occuparsi delle cause sottese come opposte ai sintomi – una comprensione dei fattori diretti e indiretti della degradazione e della perdita dell'ecosistema è cruciale per identificare opportunità dove una focalizzazione sui servizi dell'ecosistema può aiutare a migliorare la gestione delle risorse idriche.

La comune condotta degli affari perpetua politiche frammentarie e inefficaci – una campana a morto per gli esiti idrici sostenibili individuati nella maggior parte delle edizioni precedenti del Report sullo Sviluppo Idrico Mondiale. Molti forum politici hanno riconosciuto la necessità di integrare politiche differenti attraverso aree e scale politiche multiple, non solo tra le agende relative all'acqua ma in riferimento a come queste interagiscono, supportano oppure entrano in conflitto con altri bisogni sociali, economici ed ambientali. Questa tendenza è culminata nell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile che ha un approccio meglio integrato rispetto al suo precursore, gli Obiettivi dello Sviluppo del Millennio, riconoscendo che gli obiettivi e i target interconnessi hanno bisogno di essere raggiunti collettivamente. Le NBS offrono agli Stati Membri un meccanismo, tra gli altri, per raggiungere tali approcci integrati attraverso la connessione tra i pilastri ambientali, economici e sociali dello sviluppo sostenibile. L'approccio tecnico per valutare e articolare tale interdipendenza si articola attraverso l'uso di una struttura di servizi eco sistemica. È centrale che i governi rispondano non solo armonizzando politica e regolamenti attraverso le aree politiche, ma rivedendo, inoltre, la politica su scala per assicurare che l'orientamento politico, o i regolamenti, siano chiari e supportati, più che limitare, l'implementazione di un migliore processo decisionale a livelli locali. L'implementazione delle NBS può coinvolgere la partecipazione di molti gruppi d'azione diversi, dai governi alle ONG ai gruppi di cittadini (es. associazioni di agricoltori locali, gruppi di proprietari terrieri, interessi del settore privati, ecc.). I limiti istituzionali alla promozione del dialogo intersettoriale sono ben noti (Capitolo 6) e sono stati ampiamente individuati in molte delle edizioni precedenti del Report sullo Sviluppo Idrico Mondiale. Raggiungere il cambiamento istituzionale richiesto resta stimolante, ma

non meno delle NBS. Comunque, ciò che conta, le NBS offrono un mezzo per incoraggiare tale cambiamento attraverso la costruzione del consenso su obiettivi di sistema globale e l'identificazione di esiti reciprocamente vantaggiosi tra interessi multipli. Le NBS fungono da ponte tra i settori e i loro interessi.

Effettuare degli investimenti verso approcci verdi sarà necessario per raggiungere una migliore efficienza d'investimento e per sostenere il rendimento e gli utili sui capitali investiti dell'infrastruttura verde. Un'opportunità, inoltre, è quella di trasformare gli investimenti così che le NBS possano contribuire pienamente agli incrementi di efficienza, a massimizzare i benefici correlati e potenziali miglioramenti a livello di sistema. Il Capitolo 6 evidenzia alcuni sviluppi promettenti in questo campo, che includono l'emergenza dei rigorosi giudizi del rendimento finanziario comparativo degli investimenti verdi e grigi.

È promettente che questi abbiano spesso individuato gli approcci verdi come un investimento percorribile, rafforzando ulteriormente la questione dell'efficacia degli approcci NBS.

Sebbene il cambiamento trasformatore sia richiesto a vari livelli politici e finanziari, prima o poi le decisioni circa gli interventi nella gestione idrica saranno fatti per lo più a livello locale. I bisogni oggettivi sono quelli di minimizzare i costi e i rischi, massimizzare i risultati e la solidità di sistema, offrendo al contempo un rendimento ottimale "idoneo per l'uso". Un ruolo della politica dovrebbe essere quello di permettere di prendere decisioni al giusto livello locale a tal proposito. Un continuo pregiudizio verso gli approcci all'infrastruttura grigia mira alla necessità di individuare sinergie tra infrastruttura verde e grigia e la necessità di una cornice comune entro cui valutare le opzioni disponibili (Capitolo 1 e 6). Solamente all'interno della stessa cornice si può determinare quale opzione, o più generalmente quale combinazione di opzioni, sia la più appropriata.

Questo richiede l'uso di criteri comuni, indicatori e metodologie per i giudizi, comparazioni e per il processo decisionale. Sviluppare tale cornice comune e gli strumenti e la capacità per supportarla è un'esigenza primaria per tradurre il cambiamento della politica trasformatore in attuazione di soluzioni ottimali a livello locale.

L'agricoltura spicca come un settore chiave dove si contraddistinguono opportunità per il cambiamento trasformatore, per via della sua predominanza nell'uso dell'acqua, collegamenti tra la sicurezza idrica e alimentare, potenziale riduzione della povertà e opportunità per un ulteriore sviluppo delle NBS. Il dialogo sulla sicurezza idrica per una sicurezza alimentare necessita di essere pienamente esteso oltre la sua eccessiva focalizzazione di ordinaria amministrazione sull'irrigazione. Le opportunità di migliorare l'efficienza dell'uso dell'acqua per l'irrigazione attraverso approcci di infrastruttura grigia (es. l'irrigazione a goccia) e misure che incidano sulla domanda (come la crescita di colture localmente più appropriate, aprire opportunità per trattare l'acqua virtuale nel mercato alimentare, migliorie nella produttività idrica della coltura attraverso un miglioramento generico, ecc.) sono ben riconosciute, dacché è lo scopo dell'espansione irrigua in alcune aree. Come sopra, però, le opportunità più grandi stanno nell'accrescimento della disponibilità/fornitura idrica attraverso una diffusione più estesa delle NBS, in particolare nei sistemi irrigati con acqua piovana, con benefici complementari ottenuti da una maggiore qualità dell'acqua e dai risultati della riduzione del rischio. Sebbene alcuni forum

politici riconoscano queste opportunità (FAO, 2011b; 2014a), altri continuano a sottovalutare l'importanza degli ecosistemi. La questione sul "nesso acqua-energia-cibo" (FAO, 2014c) è un esempio cospicuo in cui gli ecosistemi necessitano di essere maggiormente integrati in maniera esplicita (come un "nesso acqua-ecosistema-energia-cibo"), poiché gli ecosistemi determinano molte delle interconnessioni chiave tra acqua, energia e cibo, le NBS offrono uno strumento determinante per riconciliare interessi contrastanti potenzialmente coinvolti (Prologo e Capitolo 2).

Le analisi dello scenario hanno mostrato sistematicamente che, in molte aree, il percorso verso non solo una sostenibilità migliorata, ma anche verso una prosperità economica a lungo termine è realizzabile attraverso una sostenibilità ambientale pienamente integrata. Un risultato molto positivo dell'analisi preliminare dello scenario delle risorse idriche condotta da Burek et al. (2016) è quello secondo cui il percorso<sup>20</sup> della sostenibilità apporta non solo migliori risultati sull'ambiente, l'acqua e la sicurezza alimentare, ma inoltre, contrariamente ad alcune credenze, i più alti e veloci benefici a medio raggio, in termini di sviluppo economico. Per esempio, nell'alternativo scenario<sup>21</sup> di rivalità regionale, il PIL globale raggiunge il picco di US\$ 220 trilioni entro il 2100, ma sono i US\$570 trilioni nello scenario<sup>22</sup> a metà strada e US\$650 trilioni nello scenario della sostenibilità, con un modello simile di PIL procapite. Questo è coerente con le conclusioni contemporanee che la sostenibilità ambientale non è un limite allo sviluppo sociale ed economico, ma un requisito per raggiungerlo. Le Soluzioni Naturali (NBS) offrono un mezzo comprensibile e pratico per mettere in pratica una politica e una gestione delle risorse idriche per raggiungere questo fine.

## 7.4 Raggiungere l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile attraverso le NBS per la gestione delle risorse idriche

Questo report constata che le NBS hanno un alto potenziale per incontrare le sfide contemporanee e future nella gestione delle risorse idriche, come argomentato nell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, OSS (Obiettivi di Sviluppo Sostenibile) e i loro target.

Un sommario delle conclusioni dal Capitolo 1 al Capitolo 5 nel rispetto della possibilità per le NBS di contribuire agli SDG (Obiettivi di Sviluppo Sostenibile) e ai loro target è fornito nelle Tabelle 7.1 e 7.2. La Tabella 7.1 riassume il potenziale contributo delle NBS per ogni target idrico sotto l'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 6 circa l'Acqua e l'Igiene

<sup>20</sup> Lo scenario della sostenibilità dipinge un mondo che fa dei progressi relativamente buoni verso la sostenibilità, con sforzi mantenuti per raggiungere obiettivi di sviluppo, riducendo al contempo l'intensità della risorsa e la dipendenza dal combustibile fossile.

<sup>21</sup> Nello scenario di rivalità regionale, il mondo è diviso in regioni caratterizzate da povertà estrema, tasche di moderato benessere e un mazzo di paesi che combattono per mantenere standard di vita per una popolazione in forte crescita. L'attenzione delle nazioni sul raggiungimento degli obiettivi di sicurezza energetica e alimentare nella loro regione e nel mercato internazionale, includendo le risorse energetiche i mercati agricoli, è davvero limitata.

<sup>22</sup> Lo scenario di metà strada ritiene che lo sviluppo mondiale stia progredendo lungo tendenze e paradigmi passati, tali che le tendenze sociali, economiche e tecnologiche non si discostino marcatamente da modelli storici (es. affari come al solito).



Lago Naivasha (Kenya)

per quanto riguarda le opzioni non NBS per raggiungere lo stesso obiettivo. Dacché l'acqua consolida la maggior parte degli aspetti sociali ed economici degli SDG, è ampiamente riconosciuta come il più trasversale degli SDG e dei loro Obiettivi. Inoltre i contributi delle NBS all'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 6 traduce in ulteriori benefici legati all'acqua per altri SDG e i loro obiettivi, parallelamente ai contributi da interventi non NBS. Questi legami sono troppo complessi per rientrare nella Tabella 7.1 ma sono riviste ulteriormente dalla UN-Water (2016a) e nel prossimo Report di Sintesi dell'UN-Water sull'Obiettivo di Sviluppo Sostenibile 6 (che sarà pubblicato a metà del 2018).

Gli altri vantaggi comuni non correlati all'acqua che le Soluzioni Naturali offrono, e i modi in cui questi aiutano a raggiungere altri Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e i loro target, sono riassunti nella Tabella 7.2.

Le NBS offrono un'alta possibilità di contribuire al raggiungimento della maggior parte dei target degli SDG 6 (Tabella 7.1). Le aree in cui questo contributo si traduce in impatti positivi particolarmente sorprendenti su altri SDG sono relativi alla sicurezza idrica per rafforzare l'agricoltura sostenibile (SDG 2, in particolare il Target 2.4), vite salubri (SDG 3), costruzione di un'infrastruttura resiliente (relativa all'acqua) (SDG9), insediamenti urbani sostenibili (SDG 11) e la riduzione del rischio di catastrofi (SDG 11 e, relativamente al cambio climatico, 13).

Un vantaggio significativo delle NBS è dato dai benefici correlati che offrono, oltre gli immediati risultati della gestione idrica.

Questi includono il miglioramento generale della resilienza di sistema e i benefici sociali ed economici associati con i valori economici, culturali, ricreativi ed estetici migliorati di territori a loro volta migliorati, così come la tutela della natura. Questi benefici possono essere sostanziali e hanno bisogno di essere inseriti nelle valutazioni, analisi costi-benefici e, di conseguenza, in politica e nel processo decisionale. Alcune aree in cui i benefici correlati apportano ricompense particolarmente alte in termini di raggiungimento degli SDG (Tabella 7.2) sono in relazione con: altri

aspetti della promozione dell'agricoltura sostenibile (SDG 2); energia sostenibile (SDG 7); promozione di una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, di un'occupazione completa e produttiva e un lavoro decente per tutti (SDG 8); altri aspetti del rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili (Obiettivo 11); assicurare un consumo e modelli di produzione sostenibili (SDG 12); agire urgentemente nella lotta al cambiamento climatico e ai suoi impatti (SDG 13); e in particolare attraverso la promozione di risultati ambientali migliorati a livello generale e arrestando e ribaltando la degradazione terrena e la perdita della biodiversità (SDG 14 e 15). Le Soluzioni Naturali (NBS) offrono, inoltre, opportunità significative per rafforzare i mezzi di implementazione e ravvivare la collaborazione globale per lo sviluppo sostenibile (SDG 17).

## 7.5 Coda

La natura della relazione tra ecosistemi, idrologia e benessere umano ha bisogno di non essere precaria, come testimoniato in alcuni casi di storia antica e recente. Così come il genere umano traccia il suo corso attraverso l'Antropocene, adottare le Soluzioni Naturali (NBS) è non solo necessario per migliorare i risultati della gestione idrica e raggiungere la sicurezza delle acque, ma anche centrale per garantire l'attuazione di benefici correlati che sono importanti per tutti gli aspetti dello sviluppo sostenibile. Nonostante le NBS non siano una panacea, giocheranno un ruolo essenziale nella costruzione di un futuro migliore, più brillante, sicuro e più equo per tutti.

Tabella 7.1

**Il potenziale contributo delle NBS per raggiungere gli obiettivi della SDG6 sull'acqua e igiene e la contribuzione ad altri obiettivi\***

SDG 6: Assicurare la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua ed igiene per tutti. Obiettivi	Potenziale contribuzione agli obiettivi	Esempi di NBS	Potenziale contribuzione delle NBS ad altri obiettivi SDG 6
<b>6.1:</b> raggiungere un universale ed equo accesso all'acqua per tutti	Alto	Gestione degli spartiacque, inclusa la conservazione delle pratiche agricole; raccolta dell'acqua; infrastrutture verdi urbane	Alto 6.3, 6.4, 6.6
<b>6.2:</b> accesso ad igiene e sanità per tutti; eliminare la defecazione all'aperto, ponendo speciale attenzione a donne e ragazze in queste situazioni vulnerabili	Medio	WC a secco, zone umide artificiali	Medio 6.1, 6.3, 6.6
<b>6.3:</b> migliorare la qualità dell'acqua attraverso la riduzione dell'inquinamento, eliminando scarichi e riducendo al minimo lo scarico di sostanze chimiche e pericolose, dimezzando gli scarichi non trattati, aumentando il riutilizzo e il riciclo	Alto	Zone umide artificiali, infrastrutture verdi urbane (inclusa la gestione delle risorse agricole), depositi rivieraschi, percorsi idrici e zone umide naturali	Medio 6.1, 6.4 (dove acqua di scarto viene riutilizzata), 6.6
<b>6.4:</b> incrementare notevolmente l'uso efficiente dell'acqua in tutti i settori ed assicurare un sostenibile prelievo di acqua corrente per contrastare la scarsità idrica e ridurre notevolmente il numero di persone che soffrono di tale scarsità	Molto alto	NBS che migliorano l'assorbimento nel terreno dell'acqua (agricoltura conservativa)	Molto alto 6.1, 6.3, 6.6
	Alto	Raccolta acque, uso congiunto di acque superficiali e sotterranee, incrementare la raccolta e ricarica dell'acqua attraverso una migliore gestione del territorio, infrastrutture urbane verdi (per esempio: pavimentazione permeabile, sistemi di drenaggio efficienti, etc...)	High 6.1, 6.3, 6.6
<b>6.5:</b> implementare una gestione idrica integrata a tutti i livelli, inclusa la cooperazione transfrontaliera	Alto	Implementazione su larga scala di NBS per promuovere la collaborazione tra gli aventi causa (per esempio: recupero bacini)	Alto 6.1, 6.3, 6.6
<b>6.6:</b> proteggere e far prosperare l'ecosistema incluso monti, foreste, zone umide, fiumi, falde e laghi	-	Tutte. L'obiettivo 6.6 è il principale per le applicazioni NBS.  Gli obiettivi SDG si riferiscono ai rispettivi scopi.  Quindi, in questo contesto, lo scopo primario è la protezione e la cura dell'ecosistema per supportare una gestione sostenibile dell'acqua e della sanità per tutti.	-
<b>6.a:</b> entro il 2030 espandere la cooperazione internazionale e il supporto ai paesi in via di sviluppo nel settore idrico e sanitario, inclusi i programmi di raccolta, desalinizzazione, efficienza idrica, gestione degli scarichi, riciclo e riutilizzo	Alto	NBS come principale fattore per la cooperazione internazionale	-
<b>6.b:</b> supportare e rafforzare la partecipazione delle comunità locali nella gestione idrica e sanitaria	Alto		-

\*Il potenziale è calcolato rispetto a come le NBS possono contribuire rispetto ad altri metodi per il raggiungimento dello stesso obiettivo.

Tabella 7.2

Il potenziale contributo delle NBS (per l'acqua) ad alcuni altri SGD e ai loro obiettivi attraverso lo sviluppo di altri benefici legati a risorse non idriche.

SDG e obiettivi	Potenziali co-benefici raggiunti tramite le NBS	Esempi
<b>SDG 1. Fine della povertà in tutte le sue forme ovunque</b> 1.5 ... costruire la resilienza dei poveri e di coloro in situazioni vulnerabili riducendo la loro esposizione e vulnerabilità ad eventi estremi relativi al clima e ad altri disastri economici, sociali e ambientali	Alto	Le NBS che aiutano a costruire la resilienza dei poveri e del sistema in generale; per esempio, la ri-forestazione riduce le frane e fornisce risorse di cibo durante periodi di crisi.
<b>SDG 2. Fine della fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare il nutrimento e promuovere l'agricoltura sostenibile</b> 2.4 ... assicurare sistemi di produzione sostenibile di cibo e implementare pratiche di agricoltura resiliente che incrementi la produttività e la produzione, che aiuti a mantenere ecosistemi e la forte capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, al clima estremo, siccità, allagamenti e altri disastri	Molto alto	I co-benefici non legati all'acqua delle NBS per l'approvvigionamento idrico in agricoltura (ad esempio attraverso l'agricoltura di conservazione e il ripristino del paesaggio) sono significativi e includono la regolazione di parassiti e malattie, il ciclo dei nutrienti, la regolazione del suolo, l'impollinazione ecc. Tutto migliora la resilienza complessiva del sistema, la sostenibilità e produttività.
<b>SDG 3. Assicurare vite salubri e promuovere la salute per tutti, a tutte le età</b> 3.3 ... finire le epidemie di ... malaria e ... combattere malattie veicolate dall'acqua ...	Modesto	Ecosistemi salubri, promossi tramite le NBS, aiutano a regolare malattie veicolate dall'acqua e parassiti.
<b>SDG 7. Assicurare l'accesso a moderne fonti di energia affidabili, sostenibili e affidabili per tutti</b> 7.3 ... raddoppiare il miglioramento medio mondiale di efficientamento energetico	Modesto	Le NBS per migliorare la qualità dell'acqua riducono i requisiti per i successivi trattamenti delle acque.
<b>SDG 8. Promuovere una crescita economica sostenibile e inclusiva, impieghi produttivi e lavoro accettabile per tutti</b> 8.4 IMigliorare progressivamente, entro il 2030, l'efficienza delle risorse globali nel consumo e nella produzione e sforzarsi di separare la crescita economica dal degrado ambientale	Alto	Le NBS applicate in scala ripristinano i ritorni positivi tra crescita economica e ambiente.
<b>SDG 9. Costruire infrastrutture resilienti, promuovere un'industrializzazione inclusiva e sostenibile e promuovere l'innovazione</b> 9.4 ... aggiornare le infrastrutture e le industrie di retrofit per renderle sostenibili, con maggiore efficienza nell'uso delle risorse e adozione di tecnologie pulite e rispettose dell'ambiente e processi industriali, con tutti i paesi che agiscono secondo le rispettive capacità	Alto	Le NBS promuovono l'infrastruttura verde, che aumenta l'efficienza nell'uso delle risorse e delle tecnologie pulite e rispettose dell'ambiente. Un approccio particolarmente adatto ai paesi con scarse capacità e risorse finanziarie limitate.
<b>SDG 11. Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili</b> 11.7 ... fornire un accesso universale a spazi verdi pubblici sicuri, inclusivi e accessibili ... 11.a ... sostenere legami economici, sociali e ambientali positivi tra aree urbane, periurbane e rurali rafforzando la pianificazione dello sviluppo nazionale e regionale 11.b ... aumentare sostanzialmente il numero di città e insediamenti umani adottando e attuando politiche e piani integrati verso l'inclusione, l'efficienza delle risorse, la limitazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, la resilienza ai disastri, e sviluppando e implementando, in linea con il Framework Sendai per la riduzione dei rischi di catastrofi 2015- 2030, la gestione del rischio di catastrofi olistiche a tutti i livelli 11.c Sostenere i paesi meno sviluppati, anche attraverso l'assistenza finanziaria e tecnica, nella costruzione di edifici sostenibili e resilienti che utilizzano materiali locali	Alto	Infrastruttura verde all'interno delle aree urbane. Distribuzione delle NBS nei bacini urbani per collegare la pianificazione urbana e periurbana (e su scala di bacino) per insediamenti sicuri, resilienti e sostenibili - particolarmente adatta per i paesi in via di sviluppo.

<p><b>SDG 12. Assicurare un consumo sostenibile e una filiera di produzione</b></p> <p>12.1 Implementare il programma decennale sul consumo sostenibile e la filiera di produzione ...</p> <p>12.2 ... raggiungere uno sviluppo sostenibile e un uso efficiente delle risorse naturali</p> <p>12.5 ... ridurre notevolmente la produzione di rifiuti attraverso il riciclo, il riutilizzo e la prevenzione ....</p> <p>12.7 ... approvvigionamento pubblico sostenibile in accordo alle politiche e priorità nazionali</p>	Alto	Le NBS sono un mezzo fondamentale per l'implementazione del piano decennale. Sono particolarmente efficaci nell'utilizzo sostenibile delle risorse (per esempio: utilizzo sostanze chimiche e fertilizzanti) nell'agricoltura.
<p><b>SDG 13. Intraprendere urgentemente azioni contro il cambio climatico e i suoi effetti</b></p> <p>13.1 ... rafforzare la resilienza e la capacità adattiva agli effetti e i pericoli dei disastri naturali in tutti i paesi</p> <p>13.2 ... integrare le azioni sul cambio climatico in politiche, strategie e pianificazioni</p>	Alto	In aggiunta a quanto indicato nello scopo 6 della tabella 7.1 (rafforzare la resilienza verso i pericoli legati all'acqua), le NB migliorano la generale resilienza e capacità adattive. Le NBS contribuiscono anche a mitigare gli effetti del cambio climatico grazie alla riduzione del carbonio (riforestazione e cura del suolo).
<p><b>SDG 14. Conservazione e uso sostenibile delle risorse oceaniche e marine per uno sviluppo sostenibile</b></p> <p>14.1 ... prevenire e ridurre l'inquinamento marino soprattutto quello legato alle attività terrestri inclusi rifiuti e scarichi organici ...</p> <p>14.2 ... gestione sostenibile dell'ecosistema marino e costiero ... rafforzamento della loro resilienza e azioni per il loro recupero ...</p>	Medio ad alto	Le NBS sono utili nella riduzione dell'inquinamento legato ad attività terrestri, così come indicato nello scopo 6 (per esempio: ridurre l'apporto derivante dall'agricoltura). Le NBS contribuiscono alla conservazione delle coste, foreste e zone umide che consentano un incremento di resilienza dell'ecosistema costiero.
<p><b>SDG 15. Proteggere, recuperare e promuovere un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre e delle foreste, combattere la desertificazione, arrestare e invertire il degrado del terreno e della perdita della biodiversità</b></p> <p><b>Tutti gli obiettivi</b></p>	Molto alto	Uno dei principali benefici delle NBS è il contributo allo scopo 15 attraverso la cura e l'utilizzo sostenibile dell'ecosistema (obiettivo 15.1), incluse le foreste e le montagne (obiettivo 15.3), sono inoltre uno dei principali strumenti per contrastare la desertificazione (obiettivo 15.3), salvaguardare l'habitat (obiettivo 15.5), sviluppare integrazione delle biodiversità (obiettivo 15.9, 15.a e 15.b).
<p><b>Collaborazione tra gli aventi causa</b></p> <p>17.16 ... aumentare la collaborazione globale per lo sviluppo sostenibile ...</p> <p>17.17 ... incoraggiare e promuovere efficaci relazioni pubblico-privato, sfruttando le esperienze e le risorse di collaborazione</p>	Medio	Le NBS promuovono l'integrazione tra tutti gli aventi causa e relativi interessi rinforzando i legami sociali ed economici.

# REFERENZE

A

- Abell, R., Asquith, N., Boccaletti, G., Bremer, L., Chapin, E., Erickson-Quiroz, A., Higgins, J., Johnson, J., Kang, S., Karres, N., Lehner, B., McDonald, R., Raeppele, J., Shemie, D., Simmons, E., Sridhar, A., Vigerstøl, K., Vogl, A. and Wood, S. 2017. *Beyond the Source: The Environmental, Economic, and Community Benefits of Source Water Protection*. Arlington, Va., The Nature, USA, The Nature Conservancy (TNC). [www.nature.org/beyondthesource](http://www.nature.org/beyondthesource).
- Aceves-Bueno, E., Adeleye, A. S., Bradley, D., Brandt, W. T., Callery, P., Feraud, M., Garner, K. L., Gentry, R., Huang, Y., McCullough, I., Pearlman, I., Sutherland, S. A., Wilkinson, W., Yang, Y., Zink, T., Anderson, S. E. and Tague, C. 2015. Citizen science as an approach for overcoming insufficient monitoring and inadequate stakeholder buy-in in adaptive management: Criteria and evidence. *Ecosystems*, Vol. 18, No. 3, pp. 493–506. doi.org/10.1007/s10021-015-9842-4.
- Acreman, M. 2001. Ethical aspects of water and ecosystems. *Water Policy*, Vol. 3, No. 3, pp. 257–265. doi.org/10.1016/S1366-7017(01)00009-5.
- Acreman, M. C. and Mountford, J. O. 2009. Wetland management. R. Ferrier and A. Jenkins (eds.), *Handbook of Catchment Management*. Oxford, UK, Blackwell Publishing.
- ADB (Asian Development Bank). 2013. *Asian Water Development Outlook 2013: Measuring Water Security in Asia and the Pacific*. Mandaluyong City, Philippines, ADB. [www.adb.org/sites/default/files/publication/30190/asian-water-development-outlook-2013.pdf](http://www.adb.org/sites/default/files/publication/30190/asian-water-development-outlook-2013.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2015. *Nature-Based Solutions for Sustainable and Resilient Mekong Towns, Volume 1 of the Resource Kit for Building Resilience and Sustainability in Mekong Towns*. Prepared by the International Centre for Environmental Management (ICEM) for the Asian Development Bank and Nordic Development Fund. Manila, ADB. [www.adb.org/sites/default/files/publication/215721/nature-based-solutions.pdf](http://www.adb.org/sites/default/files/publication/215721/nature-based-solutions.pdf).
- AEDSAW (Association for Environmental and Developmental Studies in the Arab World). 2002. *AEDSAW Activities at WOCMES 2002, Mainz, Germany*. AEDSAW website. [almashriq.hiof.no/general/300/360/363/363.7/aedsaw/wocmes-2002.html](http://almashriq.hiof.no/general/300/360/363/363.7/aedsaw/wocmes-2002.html).
- Alexandratos, N. and Bruinsma, J. 2012. *World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision*. ESA Working paper No. 12-03. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf](http://www.fao.org/docrep/016/ap106e/ap106e.pdf).
- Allan, J. A. 2003. *IWRM/IWRAM: A New Sanctioned Discourse?* Occasional Paper No. 50. London, School of Oriental and African Studies (SOAS), Water Issues Study Group, University of London.
- Alvizuri, J., Cataldo, J., Smalls-Mantey, L. A. and Montalto, F. A. 2017. Green roof thermal buffering: Insights derived from fixed and portable monitoring equipment. *Energy and Buildings*, Vol. 151, pp. 455–468. doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.06.020.
- ANA (Agência Nacional de Água). 2011. *ANA abre seleção para projetos de conservação de água e solo* [ANA calls for projects on water and soil conservation]. ANA website. [www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id\\_noticia=9304](http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=9304). (In Portuguese.)
- Andréssian, V. 2004. Waters and forests: From historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology*, Vol. 291, No. 1–2, pp. 1–27. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2003.12.015.
- Ansar, A., Flyvbjerg, B., Budzier, A. and Lunn, D. 2014. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. *Energy Policy*, Vol. 69, No. 43–56. doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.069.
- AQUASTAT. n.d. AQUASTAT website. FAO. [fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm](http://fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm) (Accessed July 2017).
- Aragão, L. E. O. C. 2012. Environmental Science: The rainforest's water pump. *Nature*, Vol. 489, pp. 217–218. doi.org/10.1038/nature11485.
- Atkinson, G. and Pearce, D. 1995. Measuring sustainable development. D. W. Bromley (ed.), *Handbook of Environmental Economics*. Oxford, UK, Wiley-Blackwell.
- Avellán, C. T., Ardakanian, R. and Gremillion, P. 2017. The role of constructed wetlands for biomass production within the water-soil-waste nexus. *Water Science and Technology*, Vol. 75, No. 10, pp. 2237–2245. doi.org/10.2166/wst.2017.106.
- Aylward, B., Bandyopadhyay, J. and Belausteguigotia, J. 2005. Freshwater ecosystem services. Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-being: Policy Responses*. Washington DC, Island Press. [www.millenniumassessment.org/documents/document.312.aspx.pdf](http://www.millenniumassessment.org/documents/document.312.aspx.pdf).

B

- Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Aviles-Vazquez, K., Samulon, A. and Perfecto, I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems*, Vol. 22, No. 2, pp. 86–108. doi.org/10.1017/S1742170507001640.
- Baker, T., Kiptala, J., Olaka, L., Oates, N., Hussain, A. and McCartney, M. 2015. *Baseline Review and Ecosystem Services Assessment of the Tana River Basin, Kenya*. Working Paper No. 165. Colombo, International Water Management Institute (IWMI). doi.org/10.5337/2015.223.

- Barton, M. A. 2016. *Nature-Based Solutions in Urban Contexts: A Case Study of Malmö, Sweden*. Master thesis. Lund, Sweden, International Institute for Industrial Environmental Economics (IIIEE). [lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8890909&fileId=8890910](http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8890909&fileId=8890910).
- Batker, D., De la Torre, I., Costanza, R., Swedeen, P., Day, J., Boumans, R. and Bagstad, K. 2010. *Gaining Ground. Wetlands, Hurricanes and the Economy: The Value of Restoring the Mississippi River Delta*. Earth Economics Project Report. Tacoma, Wash., Earth Economics.
- Beatley, T. 2011. *Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning*. Washington DC, Island Press.
- Bedford, B. L. and Preston, E. M. 1988. Developing the scientific basis for assessing cumulative effects of wetland loss and degradation on landscape functions: Status, perspectives, and prospects. *Environmental Management*, Vol. 12, No. 5, pp. 751–771. [doi.org/10.1007/BF01867550](https://doi.org/10.1007/BF01867550).
- Benedict, M. A. and McMahon, E. T. 2001. *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*. Washington DC, Sprawl Watch Clearinghouse. [www.sprawlwatch.org/greeninfrastructure.pdf](http://www.sprawlwatch.org/greeninfrastructure.pdf).
- Bennett, G., Nathaniel, C. and Hamilton, K. 2013. *Charting New Waters: State of Watershed Payments 2012*. Washington DC, Forest Trends. [www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_3308.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3308.pdf).
- Bennett, G. and Ruef, F. 2016. *Alliances for Green Infrastructure: State of Watershed Investment 2016*. Washington DC, Forest Trends' Ecosystem Marketplace. [www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_5463.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_5463.pdf).
- Beschta, R. L. and Kauffman, J. B. 2000. Restoration of riparian systems: Taking a broader view. J. P. J. Wigington and R. L. Beschta (eds.), *Riparian Ecology and Management in Multi-Land Use Watersheds*. Middleburg, Va., American Water Resources Association (AWRA), pp. 323–328.
- Bezabih, M., Ruhinduka, R. and Sarr, M. 2016. *Climate Change Perception and System of Rice Intensification (SRI) Impact on Dispersion and Downside Risk: A Moment Approximation Approach*. Leeds/London, UK, Centre for Climate Change Economics and Policy/Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. [www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2016/11/Working-Paper-256-Bezabih-et-al.pdf](http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2016/11/Working-Paper-256-Bezabih-et-al.pdf).
- Bilotta, G. S., Krueger, T., Brazier, R. E., Butler, P., Freer, J., Hawkins, J. M. B., Haygarth, P. M., Macleod, C. J. and Quinton, J. 2010. Assessing catchment-scale erosion and yields of suspended solids from improved temperate grassland. *Journal of Environmental Monitoring*, Vol. 12, No. 3, pp. 731–739. [doi.org/10.1039/b921584k](https://doi.org/10.1039/b921584k).
- Bockheim, J. G. and Gennadiyev, A. N. 2010. Soil-factorial models and earth-system science: A review. *Geoderma*, Vol. 159, No. 3-4, pp. 243–51. [doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.09.005](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.09.005).
- Borg, H., Stoneman, G. L. and Ward, C. G. 1988. The effect of logging and regeneration on groundwater, streamflow and stream salinity in the southern forest of Western Australia. *Journal of Hydrology*, Vol. 99, No. 3–4, pp. 253–270. [doi.org/10.1016/0022-1694\(88\)90052-2](https://doi.org/10.1016/0022-1694(88)90052-2).
- Bossio, D., Geheb, K. and Critchley, W. 2010. Managing water by managing land: Addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. *Agricultural Water Management*, Vol. 97, No. 4, pp. 536–542. [doi.org/10.1016/j.agwat.2008.12.001](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.12.001).
- Bossio, D., Noble, A., Molden, D. and Nangia, V. 2008. Land degradation and water productivity in agricultural landscapes. D. Bossio and K. Geheb (eds.), *Conserving Land, Protecting Water*. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series 6. Wallingford, UK/Colombo, Centre for Agriculture and Bioscience (CAB) International/International Water Management Institute (IWMI). [www.iwmi.cgiar.org/Publications/CABI\\_Publications/CA\\_CABI\\_Series/Conserving\\_Land\\_Protecting\\_Water/protected/9781845933876.pdf](http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/CABI_Publications/CA_CABI_Series/Conserving_Land_Protecting_Water/protected/9781845933876.pdf).
- Brix, H., Koottatep, T., Fryd, O. and Laugesen, C. H. 2011. The flower and the butterfly constructed wetland system at Koh Phi Phi: System design and lessons learned during implementation and operation. *Ecological Engineering*, Vol. 37, No. 5, pp. 729–735. [doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.06.035](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.06.035).
- Brown, G. and Fagerholm, N. 2015. Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation. *Ecosystem Services*, Vol. 13, pp. 119–133. [doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007](https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007).
- Bullock, A. and Acreman, M. C. 2003. The role of wetlands in the hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 7, No. 3, pp. 75–86. [doi.org/10.5194/hess-7-358-2003](https://doi.org/10.5194/hess-7-358-2003).
- Bünemann, E. K., Schwenke, G. D. and Van Zwieten, L. 2006. Impact of agricultural inputs on soil organisms: A review. *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 44, pp. 379–406. [doi.org/10.1071/SR05125](https://doi.org/10.1071/SR05125).
- Burek, P., Mubareka, S., Rojas, R., De Roo, A., Bianchi, A., Baranzelli, C., Lavalle, C. and Vandecasteele, I. 2012. *Evaluation of the Effectiveness of Natural Water Retention Measures: Support to the EU Blueprint to Safeguard Europe's Waters*. JRC Scientific and Policy Reports. Luxembourg, European Commission/Joint Research Centre/Institute for Environment and Sustainability (EC/JRC/IES). [ec.europa.eu/environment/water/blueprint/pdf/EUR25551EN\\_JRC\\_Blueprint\\_NWRM.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/blueprint/pdf/EUR25551EN_JRC_Blueprint_NWRM.pdf).
- Burek, P., Satoh, Y., Fischer, G., Kahil, M. T., Scherzer, A., Tramberend, S., Nava, L. F., Wada, Y., Eisner, S., Flörke, M., Hanasaki, N., Magnuszewski, P., Cosgrove, B. and Wiberg, D. 2016. *Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report)*. IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). [pure.iiasa.ac.at/13008/](http://pure.iiasa.ac.at/13008/).

- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T. C., Bastiaensen, J., De Bièvre, B., Bhusal, J., Clark, J., Dewulf, A., Foggin, M., Hannah, D. M., Hergarten, C., Isaeva, A., Karpouzoglou, T., Pandeya, B., Paudel, D., Sharma, K., Steenhuis, T., Tilahun, S., Van Hecken, G. and Zhumanova, M. 2014. Citizen science in hydrology and water resources: Opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, Vol. 2, No. 26. doi.org/10.3389/feart.2014.00026.
- Calvache, A., Benítez, S. and Ramos, A. 2012. *Water Funds: Conserving Green Infrastructure. A Guide for Design, Creation and Operation*. Bogotá, Latin American Water Funds Partnership/The Nature Conservancy (TNC)/FEMSA Foundation/Inter-American Development Bank (IDB). www.nature.org/media/freshwater/latin-america-water-funds.pdf.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., Wardle, D. A., Kinzing, A. P., Daily, G. C., Loreau, M., Grace, J. B., Larigauderie, A., Srivastava, D. S. and Naeem, S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, Vol. 486, pp. 59–67. doi.org/10.1038/nature11148.
- Carrão, H., Naumann, G. and Barbosa, P. 2016. Mapping global patterns of drought risk: An empirical framework based on sub-national estimates of hazard, exposure and vulnerability. *Global Environmental Change*, Vol. 39, pp. 108–124. doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.04.012.
- CBD (Convention on Biological Diversity). 1992. *Convention on Biological Diversity*. Rio de Janeiro, Brazil, 5 June 1992. www.cbd.int/convention/text/default.shtml.
- \_\_\_\_\_. 2010. *Decision Adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity at its Tenth Meeting*. Nagoya, Japan, 18–29 October 2010. www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2015. *Strategic Scientific and Technical Issues related to the Implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020: Biodiversity, Food Systems and Agriculture*. Nineteenth meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice. Montreal, PQ, CBD. www.cbd.int/doc/meetings/sbstta/sbstta-20/information/sbstta-20-inf-49-en.pdf.
- CBI (Climate Bonds Initiative). 2017. *Green Bonds Policy: Highlights from 2016*. CBI. www.climatebonds.net/files/reports/cbi-policy-roundup-2016.pdf.
- \_\_\_\_\_. n.d. *Boosting Demand: Mandates for Domestic Funds, Quantitative Easing*. CBI website. www.climatebonds.net/policy/policy-areas/boosting-demand.
- CFS (Committee on World Food Security). 2014. *Principles for Responsible Investment in Agriculture and Food Systems*. CFS forty-first session: Making a difference in food security and nutrition. Rome, CFS. www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/Docs1314/rai/CFS\_Principles\_Oct\_2014\_EN.pdf.
- CGIAR WLE (CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems). 2017. *Re-Conceptualizing Dam Design and Management for Enhanced Water and Food Security*. Towards Sustainable Intensification: Insights and Solutions Brief No. 3. Colombo, International Water Management Institute (IWMI)/CGIAR. doi.org/10.5337/2017.212.
- Chappell, N. A. 2005. Water pathways in humid forests: Myths vs. observations. *Suiri Kagaku*, Vol. 48, No. 6, pp. 32–46.
- Chaturvedi, V., Hejazi, M., Edmonds, J., Clarke, L., Kyle, P., Davies, E. and Wise, M. 2013. Climate mitigation policy implications for global irrigation water demand. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, pp. 1–16.
- Chen, L., Wang, J., Wei, W., Fu, B. and Dongping, W. 2010. Effects of landscape restoration on soil water storage and water use in the Loess Plateau Region, China. *Forest Ecology and Management*, Vol. 259, No. 7, pp. 1291–1298. doi.org/10.1016/j.foreco.2009.10.025.
- Chiramba, T., Mogoi, S., Martinez, I. and Jones, T. 2011. *Payment for Environmental Services Pilot Project in Lake Naivasha Basin, Kenya: A Viable Mechanism for Watershed Services that Delivers Sustainable Natural Resource Management and Improved Livelihoods*. Presented at the UN-Water International Conference “Water in the Green Economy in Practice: Towards RIO+20”, Zaragoza, Spain, 3–5 October 2011. www.imarisha.le.ac.uk/sites/default/files/PES%20%28UN-WATER%2c2011%29.pdf.
- Coates, D. and Smith, M. 2012. Natural infrastructure solutions for water security. R. Ardakanian and D. Jaeger (eds.), *Water and the Green Economy: Capacity Development Aspects*. Bonn, Germany, UN-Water Decade Programme on Capacity Development (UNW-DPC), pp. 167–188.
- Coates, D., Pert, P. L., Barron, J., Muthuri C., Nguyen-Khoa, S., Boelee, E. and Jarvis, D. I. 2013. Water-related ecosystem services and food security. E. Boelee (ed.), *Managing Water and Agroecosystems for Food Security*. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series No. 10. Wallingford, UK/Boston, USA, Centre for Agriculture and Bioscience (CAB) International, pp. 29–41.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.). 2016. *Nature-Based Solutions to Address Global Societal Challenges*. Gland, Switzerland, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf.
- Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*. London/Colombo, Earthscan/International Water Management Institute (IWMI).
- Conant, R. T. 2012. Grassland soil organic carbon stocks: Status, opportunities, vulnerability. R. Lal, K. Lorenz, R. F. Hüttl, B. U. Schneider and J. von Braun (eds.), *Recarbonization of the Biosphere*. Dordrecht, The Netherlands, Springer, pp. 275–302.

- Corno, L., Pilu, R., Cantaluppi, E. and Adani, F. 2016. Giant cane (*Arundo donax* L.) for biogas production: The effect of two ensilage methods on biomass characteristics and biogas potential. *Biomass and Bioenergy*, Vol. 93, pp. 131–136. doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.07.017.
- CRED (Center for Research on the Epidemiology of Disaster). n.d. EM-DAT The International Disaster Database. Brussels, CRED. www.emdat.be.
- CRED/UNISDR (Centre for Research on the Epidemiology of Disaster/United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2015. *The Human Costs of Weather Related Disasters 1995–2015*. Brussels/Geneva, CRED/UNISDR. www.unisdr.org/we/inform/publications/46796.
- Critchley, W. and Di Prima, S. (eds.) 2012. *Water Harvesting Technologies Revisited. Deliverable 2.1 of the FP7 Project Water Harvesting Technologies: Potentials for Innovations, Improvements and Upscaling in Sub-Saharan Africa*. Amsterdam, Vrije Universiteit.
- Cullen, H. M., deMenocal, P. B., Hemming, S., Brown, F. H., Guilderson, T., and Sirocko, F. 2000. Climate change and the collapse of the Akkadian empire: Evidence from the deep sea. *Geology*, Vol. 28, No. 4, pp. 379–382. doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28<379:CCATCO>2.0.co;2.
- Dadson, S. J., Hall, J. W., Murgatroyd, A., Acreman, M., Bates, P., Beven, K., Heathwaite, L., Holden, J., Holman, I. P., Lane, S. N., O’Connell, E., Penning-Rowsell, E., Reynard, N., Sear, D., Thorne, C. and Wilby, R. 2017. A restatement of the natural science evidence concerning catchment-based ‘natural’ flood management in the UK. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol. 473, No. 2199. doi.org/10.1098/rspa.2016.0706.
- Dai, A. 2013. Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Climate Change*, Vol. 3, pp. 52–58. doi.org/10.1038/nclimate1633.
- Dalin, C., Wada, Y., Kastner, T. and Puma, M. J. 2017. Groundwater depletion embedded in international food trade. *Nature*, Vol. 543, pp. 700–704. doi.org/10.1038/nature21403.
- Davidson, N. C. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, Vol. 65, No. 10, pp. 934–941. doi.org/10.1071/MF14173.
- Davis, M., Krüger, I. and Hinzmann, M. 2015. *Coastal Protection and SUDS: Nature-Based Solutions*. RECREATE Policy Brief No. 4. Berlin, Ecologic Institute. ec.europa.eu/environment/integration/green\_semester/pdf/Recreate\_PB\_2015\_NBS\_final\_druck10-02-2016.pdf.
- Dawson, T. E. 1996. Determining water use by trees and forests from isotopic, energy balance and transpiration analyses: The roles of tree size and hydraulic lift. *Tree Physiology*, Vol. 16, No. 1-2, pp. 263–272. doi.org/10.1093/treephys/16.1-2.263.
- De, A., Bose, R., Kumar, A. and Mozumdar, S. 2014. *Targeted Delivery of Pesticides Using Biodegradable Polymeric Nanoparticles*. Springer Briefs in Molecular Science. New Delhi, Springer India. doi.org/10.1007/978-81-322-1689-6.
- De la Varga, D., Van Oirschot, D., Soto, M., Kilian, R., Arias, C. A., Pascual, A. and Álvarez, J. A. 2017. Constructed wetlands for industrial wastewater treatment and removal of nutrients. Á. Val del Rio, J. L. Campos Gómez and A. M. Corral (eds.), *Technologies for the Treatment and Recovery of Nutrients from Industrial Wastewater*. Advances in Environmental Engineering and Green Technologies (AEEGT) Book Series. Hershey, Pa., IGI Global, pp. 202–230.
- Delpa, I., Jung, A.-V., Baures, E., Clement, M. and Thomas, O. 2009. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International*, Vol. 35, No. 8, pp. 1225–1233. doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.001.
- DEP (New York City Department of Environmental Protection). 2010. *NYC Green Infrastructure Plan: A Sustainable Strategy for Clean Waterways*. New York, DEP. www.nyc.gov/html/dep/pdf/green\_infrastructure/NYCGreenInfrastructurePlan\_LowRes.pdf.
- Derpsch, R. and Friedrich, T. 2009. *Global Overview of Conservation Agriculture Adoption*. Paper presented to the 4<sup>th</sup> World Congress on Conservation Agriculture, New Delhi, February 2009.
- De Sousa, M. R. C., Montalto, F. A. and Gurian, P. 2016. Evaluating green infrastructure stormwater capture performance under extreme precipitation. *Journal of Extreme Events*, Vol. 3, No. 2. doi.org/10.1142/S2345737616500068.
- Dickens, C. W. S. and Graham, P. M. 2002. The South African Scoring System (SASS) Version 5: Rapid bioassessment method for rivers. *African Journal of Aquatic Science*, Vol. 27, No. 1, pp. 1–10. doi.org/10.2989/16085914.2002.9626569.
- Di Giovanni, G. and Zevenbergen, C. 2017. ‘Upscaling’: Practice, policy and capacity building. Insights from the partners’ experience. *Building with Nature Report, Interreg Vb Programme 2014–2020 for a Sustainable North Sea Region*.
- Dill, J., Deichert, G. and Thu, L. T. N. (eds.). 2013. *Promoting the System of Rice Intensification: Lessons Learned from Trà Vinh Province, Viet Nam*. German Agency for International Cooperation/International Fund for Agricultural Development (GIZ/IFAD).
- Dillon, P., Kumar, A., Kookana, R., Leijs, R., Reed, D., Parsons, S. and Ingleton, G. 2009. *Managed Aquifer Recharge: Risks to Groundwater Dependent Ecosystems – A Review*. Water for a Healthy Country Flagship Report. Land & Water Australia. Canberra, CSIRO. publications.csiro.au/rpr/download?pid=procite:9701153f-4d82-4e68-a435-e652103c73a9&dsid=DS1.
- Dobbs, R., Pohl, H., Lin, D., Mischke, J., Garemo, N., Hexter, J., Matzinger, S., Palter, R. and Nanavatty, R. 2013. *Infrastructure Productivity: How to Save \$1 Trillion a Year*. McKinsey Global Institute. www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/infrastructure-productivity.

E

- Dow Chemical Company/Swiss Re/Shell/Unilever/TNC (The Nature Conservancy). 2013. *Green Infrastructure Case Studies: Case Studies Evaluated by Participating Companies for Creation of the White Paper "The Case for Green Infrastructure"* [www.nature.org/about-us/working-with-companies/case-studies-for-green-infrastructure.pdf](http://www.nature.org/about-us/working-with-companies/case-studies-for-green-infrastructure.pdf).
- DWA (Department of Water and Sanitation of South Africa). n.d. *River Eco-status Monitoring Programme*. DWA website. [www.dwa.gov.za/IWQS/rhp/default.aspx](http://www.dwa.gov.za/IWQS/rhp/default.aspx).
- EC (European Commission). 2013a. *Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the Implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the Protection of Waters against Pollution caused by Nitrates from Agricultural Sources based on Member State Reports for the Period 2008–2011*. Brussels, EC. [eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52013DC0683](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52013DC0683).
- \_\_\_\_\_. 2013b. *Green Infrastructure (GI): Enhancing Europe's Natural Capital*. Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. COM/2013/0249 final. Brussels, EC. [eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52013DC0249](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52013DC0249).
- \_\_\_\_\_. 2014. *EU Policy Document on Natural Water Retention Measures by the Drafting Team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM)*. Technical Report 2014 No. 082. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities. [doi.org/10.2779/227173](https://doi.org/10.2779/227173).
- \_\_\_\_\_. 2015. *Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities'*. Brussels, EC. [publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202](http://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202).
- \_\_\_\_\_. 2017a. *Report on the Implementation of Direct Payments [Outside Greening] – Claim Year 2015*. EC.
- \_\_\_\_\_. 2017b. *An Action Plan for Nature, People and the Economy*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of Regions. COM(2017) 198 final. Brussels, EC. [ec.europa.eu/environment/nature/legislation/fitness\\_check/action\\_plan/communication\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/fitness_check/action_plan/communication_en.pdf).
- Echavarría, M., Zavala, P., Coronel, L., Montalvo, T. and Aguirre, L. M. 2015. *Green Infrastructure in the Drinking Water Sector in Latin America and the Caribbean: Trends, Challenges, and Opportunities*. EcoDecisión/Forest Trends/The Nature Conservancy (TNC). [www.forest-trends.org/documents/files/doc\\_5134.pdf](http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_5134.pdf).
- EEA (European Environment Agency). 2016. *Green Roofs in Basel, Switzerland: Combining Mitigation and Adaptation Measures (2015)*. Climate-ADAPT, European Climate Adaptation Platform, EEA. [climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/green-roofs-in-basel-switzerland-combining-mitigation-and-adaptation-measures-1](http://climate-adapt.eea.europa.eu/metadata/case-studies/green-roofs-in-basel-switzerland-combining-mitigation-and-adaptation-measures-1).
- Embassy of the Kingdom of the Netherlands in China. 2016. *Factsheet Sponge City Construction in China*. Beijing, Kingdom of the Netherlands. [www.nederlandenu.nl/binaries/nl-netherlandsandyou/documenten/publicaties/2016/12/06/2016-factsheet-sponge-cities-pilot-project-china.pdf/2016-factsheet-sponge-cities-pilot-project-china.pdf](http://www.nederlandenu.nl/binaries/nl-netherlandsandyou/documenten/publicaties/2016/12/06/2016-factsheet-sponge-cities-pilot-project-china.pdf/2016-factsheet-sponge-cities-pilot-project-china.pdf).
- Embid, A. and Martín, M. 2015. *La experiencia legislativa del decenio 2005-2015 en materia de aguas en América Latina [The Legislative Experience from the Decade 2005–2015 in terms of Water in Latin America]*. Santiago, United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (UNECLAC). [repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38947/1/S1500777\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38947/1/S1500777_es.pdf). (In Spanish.)
- Equator Initiative. n.d. Equator Initiative website. [www.equatorinitiative.org](http://www.equatorinitiative.org).
- Eriyagama, N., Smakhtin, V. and Gamage, N. 2009. *Mapping Drought Patterns and Impacts: A Global Perspective*. IWMI Research Report No. 133. Colombo, International Water Management Institute (IWMI). [www.iwmi.cgiar.org/publications/iwmi-research-reports/iwmi-research-report-133/](http://www.iwmi.cgiar.org/publications/iwmi-research-reports/iwmi-research-report-133/).
- Everard, M. 2015. Community-based groundwater and ecosystem restoration in semi-arid north Rajasthan (1): Socio-economic progress and lessons for groundwater-dependent areas. *Ecosystem Services*, Vol. 16, pp. 125–135. [doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.10.011](https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.10.011).
- Faivre, N., Fritz, M., Freitas, T., De Boissezon, B. and Vandewoestijne, S. 2017. Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. *Environmental Research*, Vol. 159, pp. 509–518. [doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.032](https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.032).
- Falkenmark, M. and Rockström, J. 2004. *Balancing Water for Humans and Nature: The New Approach in Ecohydrology*. London, Earthscan.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010: Main report*. FAO Forestry Paper No. 163. Rome, FAO. [www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf](http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2011a. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Managing Systems at Risk*. Rome/London, FAO/Earthscan. [www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf](http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2011b. *Save and Grow: A Policy Maker's Guide to the Sustainable Intensification of the Smallholder Crop Production*. Rome, FAO. [www.fao.org/docrep/014/i2215e/i2215e.pdf](http://www.fao.org/docrep/014/i2215e/i2215e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2011c. *Why Invest in Sustainable Mountain Development?* Rome, FAO. [www.fao.org/docrep/015/i2370e/i2370e.pdf](http://www.fao.org/docrep/015/i2370e/i2370e.pdf).

F

- \_\_\_\_\_. 2013a. *Climate Smart Agriculture Sourcebook*. Rome, FAO. [www.fao.org/docrep/018/i3325e/i3325e.pdf](http://www.fao.org/docrep/018/i3325e/i3325e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2013b. *Reviewed Strategic Framework*. Thirty-eighth session. Rome, 15–22 June 2013. [www.fao.org/docrep/meeting/027/mg015e.pdf](http://www.fao.org/docrep/meeting/027/mg015e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2014a. *Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture: Principles and Approaches*. Rome, FAO. [www.fao.org/3/a-i3940e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2014b. *Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks*. FAO Statistics Division Working Paper Series ESS/14-02. Rome, FAO. [www.fao.org/docrep/019/i3671e/i3671e.pdf](http://www.fao.org/docrep/019/i3671e/i3671e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2014c. *The Water–Energy–Food Nexus: A New Approach in Support of Food Security and Sustainable Agriculture*. Rome, FAO. [www.fao.org/3/a-bl496e.pdf](http://www.fao.org/3/a-bl496e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2015. *The Impact of Natural Hazards and Disasters on Agriculture and Food Security and Nutrition: A Call for Action to Build Resilient Livelihoods*. Rome, FAO. [www.fao.org/3/a-i4434e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i4434e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2016. *Global Forest Resources Assessment 2015: How are the World's Forests Changing?* Second edition. Rome, FAO. [www.fao.org/3/a-i4793e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf).
- FAO/IFAD/UNICEF/WFP/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/International Fund for Agricultural Development/United Nations Children's Fund/World Food Programme/World Health Organization). 2017. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017: Building Resilience for Peace and Food Security*. Rome, FAO. [www.fao.org/3/a-i7695e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i7695e.pdf).
- FAO/ITPS (Food and Agriculture Organization of the United Nations/Intergovernmental Technical Panel on Soils). 2015a. *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Rome, FAO. [www.fao.org/3/a-i5199e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2015b. *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Technical Summary*. Rome, FAO. [www.fao.org/3/a-i5126e.pdf](http://www.fao.org/3/a-i5126e.pdf).
- Finlayson, C. M., Gitay, H., Bellio, M. G., Van Dam, R. A. and Taylor, I. 2006. Climate variability and change and other pressures on wetlands and waterbirds: Impacts and adaptation. G. C. Boere, C. A. Galbraith and D. A. Stroud (eds.), *Waterbirds around the World: A Global Overview of the Conservation, Management and Research of the World's Waterbirds Flyways*. Edinburgh, UK, The Stationery Office. pp. 88–97.
- Fischer, J., Lindenmayer, D. B. and Manning, A. D. 2006. Biodiversity, ecosystem function, and resilience: Ten guiding principles for commodity production landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 4, No. 2, pp. 80–86. [doi.org/10.1890/1540-9295\(2006\)004\[0080:BEFART\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2006)004[0080:BEFART]2.0.CO;2).
- FONAG (Fondo para la Protección del Agua). n.d. *Fund for Water Protection — FONAG*. FONAG website. [www.fonag.org.ec/?page\\_id=1580](http://www.fonag.org.ec/?page_id=1580).
- Friedrich, T., Kassam, A. H. and Shaxson, F. 2008. *Agriculture for Developing Countries. Annex 2, Case Study Conservation Agriculture*. Science and Technology Options Assessment (STOA) project. Karlsruhe, Germany, European Technology Assessment Group. [www.itas.kit.edu/downloads/projekt/projekt\\_meye08\\_atdc\\_annex2.pdf](http://www.itas.kit.edu/downloads/projekt/projekt_meye08_atdc_annex2.pdf).
- Gale, I. N., Macdonald, D. M. J., Calow, R. C., Neumann, I., Moench, M., Kulkarni, H., Mudrakartha, S. and Palanisami, K. 2006. *Managed Aquifer Recharge: An Assessment of its Role and Effectiveness in Watershed Management*. Final report for DFID KAR project R8169, Augmenting groundwater resources by artificial recharge: AGRAR. British Geological Survey Commissioned Report CR/06/107N. Keyworth, UK, British Geological Survey/Department for International Development.
- Gartner, T., Mulligan, J., Schmidt, R. and Gunn, J. (eds.). 2013. *Natural Infrastructure: Investing in Forested Landscapes for Source Water Protection in the United States*. Washington DC, World Resources Institute (WRI). [www.wri.org/sites/default/files/wri13\\_report\\_4c\\_naturalinfrastructure\\_v2.pdf](http://www.wri.org/sites/default/files/wri13_report_4c_naturalinfrastructure_v2.pdf).
- Gathorne-Hardy, A., Reddy, D. N., Venkatanarayana, M. and Harriss-White, B. 2013. A life cycle assessment (LCA) of greenhouse gas emissions from SRI and flooded rice production in SE India. *Taiwan Water Conservancy*, Vol. 61, No. 4, pp. 110–125.
- GEF (Global Environment Facility). 2017. *GEF-6 Program Framework Document (PFD). Amazon Sustainable Landscapes Program*. [www.thegef.org/sites/default/files/project\\_documents/GEF-6\\_PFD\\_Amazon\\_Revised\\_Sept\\_10\\_FINAL.pdf](http://www.thegef.org/sites/default/files/project_documents/GEF-6_PFD_Amazon_Revised_Sept_10_FINAL.pdf).
- GFC/IAC/CBA/AMAC/IAMAC/CTA/FECO (Green Finance Committee of China Society for Finance and Banking/Investment Association of China/China Banking Association/Asset Management Association of China/Insurance Asset Management Association of China/China Trustee Association/Foreign Economic Cooperation Office of the Ministry of Environment Protection). 2017. *Environmental Risk Management Initiative for China's Overseas Investment*. September 5, 2017. [unepinquiry.org/wp-content/uploads/2017/09/Environmental-Risk-Management-Initiative-for-China---s-Overseas-Investment.pdf](http://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2017/09/Environmental-Risk-Management-Initiative-for-China---s-Overseas-Investment.pdf).
- Gibson, D. J. 2009. *Grasses and Grassland Ecology*. Oxford, UK, Oxford University Press.
- Gleick, P. H. and Palaniappan, M. 2010. Peak water limits to freshwater withdrawal and use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 107, No. 25, pp. 11155–11162. [doi.org/10.1073/pnas.1004812107](https://doi.org/10.1073/pnas.1004812107).
- Goldin, J., Rutherford, R. and Schoch, D. 2008. The place where the sun rises: An application of IWRM at the village level. *International Journal of Water Resource Development*, Vol. 24, No. 3, pp. 345–356. [doi.org/10.1080/07900620802127283](https://doi.org/10.1080/07900620802127283).

- Goren, O. 2009. *Geochemical Evolution and Manganese Mobilization in Organic Enriched Water Recharging Calcareous-Sandstone Aquifer; Clues from the Shafdan Sewage Treatment Plant*. Phd thesis, Jerusalem, Israel, Hebrew University/Ministry of National Infrastructures of Israel/Geological Survey of Israel. [www.gsi.gov.il/\\_uploads/ftp/GsiReport/2009/Goren-Orly-GSI-12-2009.pdf](http://www.gsi.gov.il/_uploads/ftp/GsiReport/2009/Goren-Orly-GSI-12-2009.pdf).
- Govaerts, B., Verhulst, N., Castellanos-Navarrete, A., Sayre, K. D., Dixon, J. and Dendooven, L. 2009. Conservation agriculture and soil carbon sequestration: Between myth and farmer reality. *Critical Reviews in Plant Science*, Vol. 28, No. 3, pp. 97–122. doi.org/10.1080/07352680902776358.
- Graham, P. M., Dickens, C. W. S. and Taylor, R. J. 2004. MiniSASS– miniSASS – A novel technique for community participation in river health monitoring and management. *African Journal of Aquatic Sciences*, Vol. 29, No. 1, pp. 25–35.
- Granit, J., Liss Lymer, B., Olsen, S., Tengberg, A., Nömmann, S. and Clausen, T. J. 2017. A conceptual framework for governing and managing key flows in a source-to-sea continuum. *Water Policy*, Vol. 19, No. 5, pp. 673–691. doi.org/10.2166/wp.2017.126.
- Gurnell, A., Lee, M. and Souch, C. 2007. Urban rivers: Hydrology, geomorphology, ecology and opportunities for change. *Geography Compass*, Vol. 1, No. 5, pp. 1118–1137. doi.org/10.1111/j.1749-8198.2007.00058.x.
- GWPEA (Global Water Partnership Eastern Africa). 2016. *Building Resilience to Drought: Learning from Experience in the Horn of Africa*. Entebbe, Uganda, Integrated Drought Management Programme in the Horn of Africa. [www.droughtmanagement.info/literature/GWP\\_HOA\\_Building\\_Resilience\\_to\\_Drought\\_2016.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/GWP_HOA_Building_Resilience_to_Drought_2016.pdf).
- Haase, D. 2016. *Nature-Based Solutions for Cities: A New Tool for Sustainable Urban Land Development?* Urbanization and Global Environmental Change (UGEC) Viewpoints. [ugecviewpoints.wordpress.com/2016/05/17/nature-based](http://ugecviewpoints.wordpress.com/2016/05/17/nature-based).
- Haddaway, N. R., Brown, C., Eggers, S., Josefsson, J., Kronvang, B., Randall, N. and Uusi-Kämpä, J. 2016. The multifunctional roles of vegetated strips around and within agricultural fields. A systematic map protocol. *Environmental Evidence*, Vol. 5, No. 1, pp. 18. doi.org/10.1186/s13750-016-0067-6.
- Hahn, C., Prasuhn, V., Stamm, C. and Schulin, R. 2012. Phosphorus losses in runoff from manured grassland of different soil P status at two rainfall intensities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 153, pp. 65–74. doi.org/10.1016/j.agee.2012.03.009.
- Hall, J. W., Grey, D., Garrick, D., Fung, F., Brown, C., Dadson, S. G. and Sadoff, C. W. 2014. Coping with the curse of freshwater variability: Institutions, infrastructure, and information for adaptation. *Science*, Vol. 346, No. 6208, pp. 429–430. doi.org/10.1126/science.1257890.
- Halliday, S. J., Skeffington, R. A., Wade, A. J., Bowes, M. J., Read, D. S., Jarvie, H. P. and Loewenthal, M. 2016. Riparian shading controls instream spring phytoplankton and benthic algal growth. *Environmental Science: Processes & Impacts*, Vol. 18, pp. 677–689. doi.org/10.1039/C6EM00179C.
- Hanson, C., Ranganathan, J., Iceland, C. and Finisdore, J. 2012. *The Corporate Ecosystem Services Review: Guidelines for Identifying Business Risks and Opportunities Arising from Ecosystem Change*. Version 2.0. Washington DC, World Resources Institute (WRI). [www.wri.org/publication/corporate-ecosystem-services-review](http://www.wri.org/publication/corporate-ecosystem-services-review).
- Herrera Amighetti, C. 2015. *Grupo de Infraestructura Verde* [Green Infrastructure Group]. Lima, Association of Water and Sanitation Regulatory Entities of the Americas (ADERASA). [www.sunass.gob.pe/fiar/aderasa/1cherrera.pdf](http://www.sunass.gob.pe/fiar/aderasa/1cherrera.pdf). (In Spanish.)
- Hildebrandt, A. and Eltahir, E. A. 2006. Forest on the edge: Seasonal cloud forest in Oman creates its own ecological niche. *Geophysical Research Letters*, Vol. 33, No. 11. doi.org/10.1029/2006GL026022.
- Hipsey, M. R. and Arheimer, B. 2013. Challenges for water-quality research in the new IAHS decade on: Hydrology Under Societal and Environmental Change. B. Arheimer et al. (eds.), *Understanding Freshwater Quality Problems in a Changing World*. Wallingford, UK, International Association of Hydrological Sciences (IAHS) Press, pp. 17–29.
- Hirabayashi, Y., Kanae, S., Emori, S., Oki, T. and Kimoto, M. 2008. Global projections of changing risks of floods and droughts in a changing climate. *Hydrological Sciences Journal*, Vol. 53, No. 4, pp. 754–772. doi.org/10.1623/hysj.53.4.754.
- HLPE (High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition Committee on World Food Security). 2015. *Water for Food Security and Nutrition: A Report by the High-Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition*. Rome, HLPE. [www.fao.org/3/a-av045e.pdf](http://www.fao.org/3/a-av045e.pdf).
- Hoekstra, A. Y. and Mekonnen, M. M. 2012. The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 109, No. 9, pp. 3232–3237. doi.org/10.1073/pnas.1109936109.
- Hooper, D. U., Chapin III, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J. H., Lodge, D. M., Loreau, M., Naeem, S. and Schmid, B. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, Vol. 75, No. 1, pp. 3–35. doi.org/10.1890/04-0922.
- Horn, O. and Xu, H. 2017. *Nature-Based Solutions for Sustainable Urban Development*. ICLEI Briefing Sheet. Bonn, Germany, ICLEI – Local Governments for Sustainability. [unfccc.int/files/parties\\_observers/submissions\\_from\\_observers/application/pdf/778.pdf](http://unfccc.int/files/parties_observers/submissions_from_observers/application/pdf/778.pdf).
- Horwitz, P., Finlayson, C. M. and Weinstein, P. 2012. *Healthy Wetlands, Healthy People: A Review of Wetlands and Human Health Interactions*. Ramsar Technical Report No. 6. Gland/Geneva, Switzerland, Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands/ World Health Organization (WHO). [archive.ramsar.org/pdf/lib/rtr6-health.pdf](http://archive.ramsar.org/pdf/lib/rtr6-health.pdf).

- Huffaker, R. 2008. Conservation potential of agricultural water conservation subsidies. *Water Resources Research*, Vol. 44, No. 7. doi.org/10.1029/2007WR006183.
- Hulsman, H., Van der Meulen, M. and Van Wesenbeeck, B. 2011. *Green Adaptation: Making Use of Ecosystems Services for Infrastructure Solutions in Developing Countries*. Delft, The Netherlands, Deltares. www.solutionsforwater.org/wp-content/uploads/2012/01/Deltares-Report-2011-Green-Adaptation.pdf.
- Hunink, J. E. and Droogers, P. 2011. *Physiographical Baseline Survey for the Upper Tana Catchment: Erosion and Sediment Yield Assessment*. Prepared for the Water Resources Management Authority (WRMA) of Kenya. Wageningen, The Netherlands, Future Water. www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2013/01/2011\_TanaSed\_FW-1121.pdf.
- Huntington, H. P. 2000. Using traditional ecological knowledge in science: Methods and applications. *Ecological Applications*, Vol. 10, No. 5, pp. 1270–1274. doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[1270:UTEKIS]2.0.CO;2.
- Huntington, T. G. 2006. Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis. *Journal of Hydrology*, Vol. 319, No. 1–4, pp. 83–95. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.07.003.
- ICMA (International Capital Market Association). 2015. *Green Bond Principles, 2015: Voluntary Process Guidelines for Issuing Green Bonds*, March 27, 2015. www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/GBP\_2015\_27-March.pdf.
- IEA (International Energy Agency). 2012. Chapter 17. Water for energy: Is energy becoming a thirstier resource? *World Energy Outlook 2012*. Paris, IEA. www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2012\_free.pdf.
- IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies). 2016. *World Disasters Report – Resilience: Saving Lives Today, Investing for Tomorrow*. Geneva, IFRC. www.ifrc.org/Global/Documents/Secretariat/201610/WDR%202016-FINAL\_web.pdf.
- ILO (International Labour Organization). 1989. *Indigenous and Tribal Peoples Convention No. 169. Convention concerning Indigenous and Tribal Peoples in Independent Countries (Entry into force: 05 Sep 1991)*. Geneva, 76<sup>th</sup> ILC session (27 June 1989). www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::p12100\_instrument\_id:312314.
- \_\_\_\_\_. 2017. *Indigenous Peoples and Climate Change: From Victims to Change Agents through Decent Work*. Geneva, ILO. www.ilo.org/global/topics/indigenous-tribal/WCMS\_551189/lang--en/index.htm.
- Ilstedt, U., Bargués Tobella, A., Bazié, H. R., Bayala, J., Verbeeten, E., Nyberg, G., Sanou, J., Benegas, L., Murdiyarto, D., Laudon, H., Sheil, D. and Malmer, A. 2016. Intermediate tree cover can maximize groundwater recharge in the seasonally dry tropics. *Scientific Reports*, Vol. 6, No. 21930. doi.org/10.1038/srep21930.
- Indepen. 2014. *Discussion Paper on the Potential for Catchment Services in England – Wessex Water, Severn Trent Water and South West Water*. London, Indepen Limited.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK/New York, Cambridge University Press. www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX\_Full\_Report.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK/New York, Cambridge University Press. www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/.
- Itaipu Binacional. n.d. *Cultivando água boa [Cultivating Good Water]*. Itaipu Binacional website. www.itaipu.gov.br/meioambiente/cultivando-agua-boa. (In Portuguese.)
- Ito, S. 1997. A framework for comparative study of civilizations. *Comparative Civilizations Review*, Vol. 36, No. 36, Art. 4.
- Jackson, B. M., Wheeler, H. S., McIntyre, N. R., Chell, J., Francis, O. J., Frogbrook, Z., Marshall, M., Reynolds, B. and Solloway, I. 2008. The impact of upland land management on flooding: Insights from a multiscale experimental and modelling programme. *Journal of Flood Risk Management*, Vol. 1, No. 2, pp. 71–80. doi.org/10.1111/j.1753-318X.2008.00009.x.
- Jacob, B., Mawson, A. R., Payton, M. and Grignard, J. C. 2008. Disaster mythology and fact: Hurricane Katrina and social attachment. *Public Health Reports*, Vol. 123, No. 5, pp. 555–566. doi.org/10.1177/003335490812300505.
- Jansson, A. M., Hammer, M., Folcke, C. and Costanza, R. (eds.). 1995. *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*. Washington DC, Island Press.
- Jönch-Clausen, T. 2004. “...Integrated Water Resources Management (IWRM) and Water Efficiency Plans by 2005” Why, What and How? TEC Background Papers No. 10. Stockholm, Global Water Partnership (GWP). www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/10-iwrm-and-water-efficiency-plans-by-2005.-why-what-and-how-2004.pdf.
- Jouravlev, A. 2003. *Los municipios y la gestión de los recursos hídricos [Municipalities and water resources management]*. Serie recursos naturales e infraestructura 66. Santiago, United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (UNECLAC). repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6429/1/S0310753\_es.pdf. (In Spanish.)
- Jupiter, S. 2015. *Policy Brief: Valuing Fiji’s Ecosystems for Coastal Protection*.
- Kassam, A., Friedrich, T. and Derpsch, R. 2017. *Global Spread of Conservation Agriculture: Interim Update 2015/16*. Extended abstract for the 7<sup>th</sup> World Congress on Conservation Agriculture, 1–4 August 2017, Rosario, Argentina.

- Kassam, A., Friedrich, T., Shaxson, F. and Pretty, J. 2009. The spread of Conservation Agriculture: Justification, sustainability and uptake. *International Journal of Agriculture Sustainability*, Vol. 7, No. 4, pp. 292–320.
- Kassam, A., Friedrich, T., Shaxson, F., Reeves, R., Pretty, J. and De Moraes Sá, J. C. 2011a. Production systems for sustainable intensification: Integrated productivity with ecosystem services. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, Vol. 20, No. 2, pp. 39–45.
- Kassam, A., Mello, I., Bartz, H., Goddard, T., Friedrich, T., Laurent, F. and Uphoff, N. T. 2012. *Harnessing Ecosystem Services in Brazil and Canada*. Abstract presented at the Planet Under Pressure Conference, London, 26–29 March 2012.
- Kassam, A., Stoop, W. and Uphoff, N. 2011b. Review of SRI modifications in rice crop and water management and research issues for making further improvements in agricultural and water productivity. *Paddy and Water Environment*, Vol. 9, No. 1, pp. 163–180. doi.org/10.1007/s10333-011-0259-1.
- Kazmierczak, A. and Carter, J. 2010. *Adaptation to Climate Change using Green and Blue Infrastructure: A Database of Case Studies*. Manchester, UK, University of Manchester.
- Keys, P. W., Wang-Erlandsson, L. and Gordon, L. J. 2016. Revealing invisible water: Moisture recycling as an ecosystem service. *PLoS ONE*, Vol. 11, No. 3, e0151993. doi.org/10.1371/journal.pone.0151993.
- Keys, P. W., Wang-Erlandsson, L., Gordon L. J., Galaz, V. and Ebbesson, J. 2017. Approaching moisture recycling governance. *Global Environmental Change*, Vol. 45, pp. 15–23. doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.007.
- Kremer, P., Hamstead, Z., Haase, D., McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Andersson, E., Kabish, N., Larondelle, N., Lorange Rall, E., Voigt, A., Baró, F., Bertram, C., Gómez-Baggeth, E., Hansen, R., Kaczorowska, A., Kain, J., Kronenberg, J., Langemeyer, J., Pauleit, S., Rehdanz, K., Schewenius, M., Van Ham, C., Wurster, D. and Elmqvist, T. 2016. Key insights for the future of urban ecosystem services research. *Ecology and Society*, Vol. 21, No. 2, Art. 29. doi.org/10.5751/ES-08445-210229.
- Labat, D., Goddard, Y., Probst, J. L. and Guyot, J. L. 2004. Evidence for global runoff increase related to climate warming. *Advances in Water Resources*, Vol. 27, No. 6, pp. 631–642. doi.org/10.1016/j.advwatres.2004.02.020.
- LACC/TNC (Latin America Conservation Council/The Nature Conservancy). 2015. *Natural Infrastructure: An Opportunity for Water Security in 25 Cities in Latin America. Invest in Nature to Increase Water Security*. LACC/TNC. [laconservationcouncil.org/publico/files/news/Top-25-Opp-Cities-Report---2015.pdf](http://laconservationcouncil.org/publico/files/news/Top-25-Opp-Cities-Report---2015.pdf).
- Lacombe, G. and Pierret, A. 2013. Hydrological impact of war-induced deforestation in the Mekong Basin. *Ecohydrology*, Vol. 6, No. 5, pp. 901–903. doi.org/10.1002/eco.1395.
- Lansing, J. S. 1987. Balinese ‘water temples’ and the management of irrigation. *American Anthropologist*, Vol. 89, No. 2, pp. 326–341. doi.org/10.1525/aa.1987.89.2.02a00030.
- Lasage, R., Aerts, J., Mutiso, G.-C. M. and De Vries, A. 2008. Potential for community based adaptation to droughts: Sand dams in Kitui, Kenya. *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 33, No. 1–2, pp. 67–73. doi.org/10.1016/j.pce.2007.04.009.
- Laurent, F., Leturcq, G., Mello, I., Corbonnois, J. and Verdum, R. 2011. La diffusion du semis direct au Brésil, diversité des pratiques et logiques territoriales: l'exemple de la région d'Itaipu au Paraná [The spread of direct seeding in Brazil, diversity of practices and territorial approaches: The example of the Itaipu region in Paraná]. *Confins*, Vol. 12. [confins.revues.org/7143](http://confins.revues.org/7143). (In French.)
- Leadley, P. W., Krug, C. B., Alkemade, R., Pereira, H. M., Sumaila, U. R., Walpole, M., Marques, A., Newbold, T., Teh, L. S. L., Van Kolck, J., Bellard, C., Januchowski-Hartley, S. R. and Mumby, P. J. 2014. *Progress towards the Aichi Biodiversity Targets: An Assessment of Biodiversity Trends, Policy Scenarios and Key Actions*. CBD Technical Series No. 78. Montreal, PQ, CBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). [www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-78-en.pdf](http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-78-en.pdf).
- Liebman, M. and Schulte, L. A. 2015. Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems. *Elementa: Science of the Anthropocene*, Vol. 3, No. 41. doi.org/10.12952/journal.elementa.000041.
- Liquete, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B. and Masi, F. 2016. Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control: Highlighting hidden benefits. *Ecosystem Services*, Vol. 22 (Part B), pp. 392–401. doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.011.
- Lloret, P. 2009. *FONAG, a Trust Fund as a Financial Instrument for Water Conservation and Protection in Quito, Ecuador*. Network for Cooperation in Integrated Water Resource Management for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean, Circular No. 29. Santiago, United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (UNECLAC), pp. 5–6. [repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39403/1/Carta29\\_en.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39403/1/Carta29_en.pdf).
- Lloyd, S. D., Wong, T. H. F. and Chesterfield, C. J. 2002. *Water Sensitive Urban Design: A Stormwater Management Perspective*. Victoria, Australia, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, Monash University.
- Love, D., Van der Zaag, P., Uhlenbrook, S. and Owen, R. 2011. A water balance modelling approach to optimising the use of water resources in ephemeral sand rivers. *River Research and Applications*, Vol. 27, No. 7, pp. 908–925. doi.org/10.1002/rra.1408.
- Low, P. S. (ed.). 2013. *Economic and Social Impacts of Desertification, Land Degradation and Drought*. White Paper I. UNCCD 2nd Scientific Conference, prepared with the contributions of an international group of scientists. Paris, United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).

- Lubber, M. 2016. Ceres Q&A with Monika Freyman: 'This market will continue to evolve quickly'. *Forbes*, 14 October 2016. [www.forbes.com/sites/mindylubber/2016/10/14/ceres-qa-with-monika-freyman-this-market-will-continue-to-evolve-quickly/#eddb6c2339ca](http://www.forbes.com/sites/mindylubber/2016/10/14/ceres-qa-with-monika-freyman-this-market-will-continue-to-evolve-quickly/#eddb6c2339ca).
- Lundqvist, J. and Turton, A. R. 2001. Social, institutional and regulatory Issues. Č. Maksimović and J. A. Tejada-Guibert (eds.), *Frontiers in Urban Water Management: Deadlock or Hope?* London, International Water Association (IWA) Publishing.
- Maltby, E., 1991. Wetland management goals: Wise use and conservation. *Journal of Landscape and Urban Planning*, Vol. 20, No. 1–3, pp. 9–18. doi.org/10.1016/0169-2046(91)90085-Z.
- Mander, M., Jewitt, G., Dini, J., Glenday, J., Blignaut, J., Hughes, C., Marais, C., Maze, K., Van der Waal, B. and Mills, A. 2017. Modelling potential hydrological returns from investing in ecological infrastructure: Case studies from the Baviaanskloof-Tsitsikamma and uMngeni catchments, South Africa. *Ecosystem Services*, Vol. 27 (Part B), pp. 261–271. doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.03.003.
- Matamoros, V., Arias, C., Brix, H. and Bayona, J. M. 2009. Preliminary screening of small-scale domestic wastewater treatment systems for removal of pharmaceutical and personal care products. *Water Research*, Vol. 43, No. 1, pp. 55–62. doi.org/10.1016/j.watres.2008.10.005.
- Mateo-Sagasta, J., Raschid-Sally, L. and Thebo, A. 2015. Global wastewater and sludge production: Treatment and use. P. Drechsel, M. Qadir and D. Wichelns (eds.), *Wastewater: Economic Asset in an Urbanizing World*. Dordrecht, The Netherlands, Springer, pp. 15–38.
- Mazdiyasn, O. and AghaKouchak, A. 2015. Substantial increase in concurrent droughts and heatwaves in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 112, No. 3, pp. 11484–11489. doi.org/10.1073/pnas.1422945112.
- McCartney, M., Cai, X. and Smakhtin, V. 2013. *Evaluating the Flow Regulating Functions of Natural Ecosystems in the Zambezi River Basin*. IWMI Research Reports Series No. 148. Colombo, International Water Management Institute (IWMI). doi.org/10.5337/2013.206.
- McCartney, M. and Dalton, J. 2015. *Built or Natural Infrastructure: A False Dichotomy*. Thrive Blog. CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems (WLE) website. [wle.cgiar.org/thrive/2015/03/05/built-or-natural-infrastructure-false-dichotomy](http://wle.cgiar.org/thrive/2015/03/05/built-or-natural-infrastructure-false-dichotomy).
- McCartney, M. P., Neal, C. and Neal, M. 1998. Use of deuterium to understand runoff generation in a headwater catchment containing a dambo. *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 2, No. 1, pp. 65–76. doi.org/10.5194/hess-2-65-1998.
- McCartney, M. and Smakhtin, V. 2010. *Water Storage in an Era of Climate Change: Addressing the Challenge of Increasing Rainfall Variability*. Blue Paper. Colombo, International Water Management Institute (IWMI). doi.org/10.5337/2010.012.
- McIntyre, N. and Marshall, M. 2010. Identification of rural land management signals in runoff response. *Hydrological Processes*, Vol. 24, No. 24, pp. 3521–3534. doi.org/10.1002/hyp.7774.
- Mekonnen, A., Leta, S. and Njau, K. N. 2015. Wastewater treatment performance efficiency of constructed wetlands in African countries: A review. *Water Science and Technology*, Vol. 71, No. 1, pp. 1–8. doi.org/10.2166/wst.2014.483.
- Mello, I. and Van Raij, B. 2006. No-till for sustainable agriculture in Brazil. *Proceedings of the World Association for Soil and Water Conservation*, P1, pp. 49–57.
- Michell, N. 2016. *How to Plug the Gap in Water Investments*. Development Finance. [news.devfinance.net/how-to-plug-the-gap-in-water-investments?utm\\_source=160613&utm\\_medium=newsletter&utm\\_campaign=devfinance](http://news.devfinance.net/how-to-plug-the-gap-in-water-investments?utm_source=160613&utm_medium=newsletter&utm_campaign=devfinance).
- Mielke, E., Diaz Anadon, L. and Narayanamurti, V. 2010. *Water Consumption of Energy Resource Extraction, Processing, and Conversion: A Review of the Literature for Estimates of Water Intensity of Energy-Resource Extraction, Processing to Fuels, and Conversion to Electricity*. Energy Technology Innovation Policy Discussion Paper No. 2010–15. Cambridge, Mass., Belfer Center for Science and International Affairs/Harvard Kennedy School, Harvard University. [www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/ETIP-DP-2010-15-final-4.pdf](http://www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/ETIP-DP-2010-15-final-4.pdf).
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington DC, Island Press. [www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf](http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf).
- Milly, P. C. D., Dunne, K. A. and Vecchia A. V. 2005. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, Vol. 438, pp. 347–350. doi.org/10.1038/nature04312.
- Mills, A. J., Van der Vyver, M., Gordon, I. J., Patwardhan, A., Marais, C., Blignaut, J., Sigwela, A. and Kgope, B. 2015. Prescribing innovation within a large-scale restoration programme in degraded subtropical thicket in South Africa. *Forests*, Vol. 6, No. 11, pp. 4328–4348. doi.org/10.3390/f6114328.
- Ministry of Agriculture of Jordan. 2014. *Updated Rangeland Strategy for Jordan*. Amman, Directorate of Rangelands and Badia Development, MOA. [moa.gov.jo/Portals/0/pdf/English\\_Strategy.pdf](http://moa.gov.jo/Portals/0/pdf/English_Strategy.pdf).
- Minkman, E., Van der Sanden, M. and Rutten, M. 2017. Practitioners' viewpoints on citizen science in water management: A case study in Dutch regional water resource management. *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 21, No. 1, pp. 153–167. doi.org/10.5194/hess-21-153-2017.
- Mitsch, W. and Jørgensen, S. 2004. *Ecological Engineering and Ecosystem Restoration*. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. R. 2007. *Dirt: The Erosion of Civilizations*. Berkeley/Los Angeles, Calif., University of California Press.

- Morrison, E. H. J., Banzaert, A., Upton, C., Pacini, N., Pokorný, J. and Harper, D. M. 2014. Biomass briquettes: A novel incentive for managing papyrus wetlands sustainably? *Wetlands Ecology and Management*, Vol. 22, No. 2, pp. 129–141. doi.org/10.1007/s11273-013-9310-x.
- MRC (Mekong River Commission). 2009. *Annual Mekong Flood Report 2008*. Vientiane, MRC. www.mrcmekong.org/assets/Publications/basin-reports/Annual-Mekong-Flood-Report-2008.pdf.
- Muller, M., Biswas, A., Martin-Hurtado, R. and Tortajada, C. 2015. Built infrastructure is essential. *Science*, Vol. 349, No. 6248, pp. 585–586. doi.org/10.1126/science.aac7606.
- Munang, R., Thiaw, I., Alverson, K., Liu, J. and Han, Z. 2013. The role of ecosystem services in climate change adaptation and disaster risk reduction. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 5, No. 1, pp. 47–52. doi.org/10.1016/j.cosust.2013.02.002.
- Munich Re. 2013. *Severe Weather in Asia: Perils, Risks, Insurance*. Munich, Germany, Munich Re.
- Narayan, S., Cuthbert, R., Neal, E., Humphries, W., Ingram, J. C. 2015. *Protecting against Coastal Hazards in Manus and New Ireland Provinces, Papua New Guinea: An Assessment of Present and Future Options*. WCS PNG Technical Report. Goroka, Papua New Guinea, Wildlife Conservation Society. programs.wcs.org/png/About-Us/News/articleType/ArticleView/articleId/8335/Coastal-Hazards-Assessment-report-released.aspx.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2017. NASA, NOAA Data Show 2016 Warmest Year on Record Globally. Press release. Washington DC, NASA. www.nasa.gov/press-release/nasa-noaa-data-show-2016-warmest-year-on-record-globally.
- Naumann, S., Kaphengst, T., McFarland, K. and Stadler, J. 2014. *Nature-Based Approaches for Climate Change Mitigation and Adaptation: The Challenges of Climate Change – Partnering with Nature*. Bonn, Germany, German Federal Agency for Nature Conservation (BfN).
- Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K. N., Rusch, G. M., Waylen, K. A., Delbaere, B., Haase, D., Jones-Walters, L., Keune, H., Kovacs, E., Krauze, K., Kylvik, M., Rey, F., Van Dijk, J., Vistad, O. I., Wilkinson, M. E. and Wittmer, H. 2017. The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of The Total Environment*, Vol. 579, pp. 1215–1227. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106.
- Newman, P. 2010. Green urbanism and its application to Singapore. *Environment and Urbanization Asia*, Vol. 1, No. 2, pp. 149–170. doi.org/10.1177/097542531000100204.
- Newman, J. R., Duenas-Lopez, M., Acreman, M. C., Palmer-Felgate, E. J., Verhoeven, J. T. A., Scholz, M. and Maltby, E. 2015. *Do On-Farm Natural, Restored, Managed and Constructed Wetlands Mitigate Agricultural Pollution in Great Britain and Ireland?: A Systematic Review*. London, UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). nora.nerc.ac.uk/509502/1/N509502CR.pdf.
- Nobre, A. D. 2014. *The Future Climate of Amazonia: Scientific Assessment Report*. São José dos Campos, Brazil, Articulação Regional Amazônica (ARA)/Earth System Science Center (CCST)/National Institute of Space Research (INPE)/National Institute of Amazonian Research (INPA). www.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2014/11/The\_Future\_Climate\_of\_Amazonia\_Report.pdf.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 2012. *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. Paris, OECD Publishing. doi.org/10.1787/9789264122246-en.
- \_\_\_\_\_. 2013. *OECD Compendium of Agri-Environmental Indicators*. Paris, OECD Publishing. doi.org/10.1787/9789264186217-en.
- \_\_\_\_\_. 2015a. *Table 1: Net Official Development Assistance from DAC and Other Donors in 2014*. OECD website. www.oecd.org/dac/stats/documentupload/ODA%202014%20Tables%20and%20Charts.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2015b. *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2015: Highlights*. Paris, OECD Publishing. www.oecd.org/tad/agricultural-policies/monitoring-evaluation-2015-highlights-july-2015.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2016. *Mitigating Droughts and Floods in Agriculture: Policy Lessons and Approaches*. Paris, OECD Publishing. doi.org/10.1787/9789264246744-en.
- \_\_\_\_\_. 2017. *Diffuse Pollution, Degraded Waters: Emerging Policy Solutions*. Paris, OECD Publishing. doi.org/10.1787/9789264269064-en.
- \_\_\_\_\_. n.d. *OECD Data: GDP Long-Term Forecast (Indicator)*. data.oecd.org/gdp/gdp-long-term-forecast.htm (Accessed July 2017).
- OECD/UNECLAC. 2016. *OECD Environmental Performance Reviews: Chile 2016*. Paris, OECD Publishing. doi.org/10.1787/9789264252615-en.
- O’Gorman, P. A. 2015. Precipitation extremes under climate change. *Current Climate Change Reports*, Vol. 1, No. 2, pp. 49–59. doi.org/10.1007/s40641-015-0009-3.
- Oki, T. and Kanae, S. 2006. Global hydrological cycles and world water resources. *Science*, Vol. 313, No. 5790, pp. 1068–1072. doi.org/10.1126/science.1128845.
- Oppla. n.d. *Barcelona: Nature-Based Solutions (NBS) Enhancing Resilience to Climate Change*. Oppla website, case studies. oppla.eu/casestudy/17283.

- Ostrom, E. 2008. The challenge of common-pool resources. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, Vol. 50, No. 4, pp. 8–21. doi.org/10.3200/ENVT.50.4.8-21.
- Palmer, M. A., Liu, J., Matthews, J. H., Mumba, M. and D’Odorico, P. 2015. Water security: Gray or green? *Science*, Vol. 349, No. 6248, pp. 584–585. doi.org/10.1126/science.349.6248.584-a.
- Parkyn, S. 2004. *Review of Riparian Buffer Zone Effectiveness*. MAF Technical Paper No. 2004/05. Wellington, Ministry of Agriculture and Forestry (MAF) of New Zealand. www.crc.govt.nz/publications/Consent%20Notifications/upper-waitaki-submitter-evidence-maf-technical-paper-review-riparian-buffer-zone-effectiveness.pdf.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (eds.). 2008. *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Petaling Jaya, Malaysia/Wageningen, The Netherlands, Global Environment Centre/Wetlands International.
- Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P. and co-authors. 2007. Technical Summary. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson (eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK, Cambridge University Press, pp. 23–78. www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-ts.pdf.
- Pavelic, P., Brindha, K., Amarnath, G., Eriyagama, N., Muthuwatta, L., Smakhtin, V., Gangopadhyay, P. K., Malik, R. P. S., Mishra, A., Sharma, B. R., Hanjra, M. A., Reddy, R. V., Mishra, V. K., Verma, C. L. and Kant, L. 2015. *Controlling Floods and Droughts through Underground Storage: From Concept to Pilot Implementation in the Ganges River Basin*. IWMI Research Report No. 165. Colombo, International Water Management Institute (IWMI). doi.org/10.5337/2016.200.
- Pavelic, P., Srisuk, K., Saraphirom, P., Nadee, S., Pholkern, K., Chusanathas, S., Munyou, S., Tangsutthinnon, T., Intarasut, T. and Smakhtin, V. 2012. Balancing-out floods and droughts: Opportunities to utilize floodwater harvesting and groundwater storage for agricultural development in Thailand. *Journal of Hydrology*, Vol. 470–471, pp. 55–64. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.08.007.
- Perrot-Maître, D. and Davis, P. 2001. *Case Studies of Markets and Innovative Financial Mechanisms for Water Services from Forests*. Washington DC, Forest Trends, The Katoomba Group. www.forest-trends.org/documents/files/doc\_134.pdf.
- Peterson, L. C. and Haug, G. H. 2005. Climate and the collapse of Maya civilization. *American Scientist*, Vol. 93, No. 4, pp. 322–329.
- Pittock, J. and Xu, M. 2010. *Controlling Yangtze River Floods: A New Approach*. World Resources Report Case Study. Washington DC, World Resources Institute. www.wri.org/sites/default/files/uploads/wrr\_case\_study\_controlling\_yangtze\_river\_floods.pdf.
- Plieninger, T., Bieling, C., Fagerholm, N., Byg, A., Hartel, T., Hurley, P., López-Santiago, C. A., Nagabhatla, N., Oteros-Rozas, E., Raymond, C. M., Van der Horst, D. and Huntsinger, L. 2015. The role of cultural ecosystem services in landscape management and planning. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 14, pp. 28–33. doi.org/10.1016/j.cosust.2015.02.006.
- Power, A. G. 2010. Ecosystem services and agriculture: Tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 365, No. 1554, pp. 2959–2971. doi.org/10.1098/rstb.2010.0143.
- Pretty, J. N., Noble, A. D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R. E., Penning de Vries, F. W. and Morison, J. I. 2006. Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries. *Environmental Science and Technology*, Vol. 40, No. 4, pp. 1114–9. doi.org/10.1021/es051670d.
- PRI (Principles for Responsible Investment). 2006. *Principles for Responsible Investment*. New York, PRI. www.unglobalcompact.org/library/290.
- Ramsar Convention on Wetlands. 1971. *Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat*. Ramsar, Iran, 2 February 1971. www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/scan\_certified\_e.pdf.
- Rangachari, R., Sengupta, N., Iyer, R., Baneri, P. and Singh, S. 2000. *Large Dams: India’s Experience*. Cape Town, World Commission on Dams.
- Raymond, C. M., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., Kabisch, N., De Bel, M., Enzi, V., Frantzeskaki, N., Geneletti, D., Cardinaletti, M., Lovinger, L., Basnou, C., Monteiro, A., Robrecht, H., Sgrigna, G., Muhari, L. and Calfapietra, C. 2017. *An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-Based Solutions Projects*. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Wallingford, UK, Centre for Ecology and Hydrology (CEH). www.eclipse-mechanism.eu/apps/Eclipse\_data/website/EKLIPSE\_Report1-NBS\_FINAL\_Complete-08022017\_LowRes\_4Web.pdf.
- Raymond, C. M. and Kenter, J. O. 2016. Transcendental values and the valuation and management of ecosystem services. *Ecosystem Services*, Vol. 21 (Part B), pp. 241–257. doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.07.018.
- Renaud, F. G., Sudmeier-Rieux, K. and Estrella, M. (eds.). 2013. *The Role of Ecosystems in Disaster Risk Reduction*. Tokyo, United Nations University Press.
- Richey, A. S., Thomas, B. F., Lo, M. H., Reager, J. T., Famiglietti, J. S., Voss, K., Swenson, S. and Rodell, M. 2015. Quantifying renewable groundwater stress with GRACE. *Water Resources Research*, Vol. 51, No. 7, pp. 5217–5238. doi.org/10.1002/2015WR017349.
- Rogers, J. D., Kemp, G. P., Bosworth, H. J. and Seed, R. B. 2015. Interaction between the U.S. Army Corps of Engineers and the Orleans Levee Board preceding the drainage canal wall failures and catastrophic flooding of New Orleans in 2005. *Water Policy*, Vol. 17, No. 4, pp. 707–723. doi.org/10.2166/wp.2015.077.

Room for the River. n.d.a. *Dutch Water Programme Room for the River. Factsheets*. The Netherlands, Room for the River. [www.ruimtevoorderivier.nl/english/](http://www.ruimtevoorderivier.nl/english/).

\_\_\_\_\_. n.d.b. *Making room for the Dutch approach. Factsheets*. The Netherlands, Room for the River. [www.ruimtevoorderivier.nl/english/](http://www.ruimtevoorderivier.nl/english/).

Rosegrant, M. W., Cai, X. and Cline, S. A. 2002. *World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*. Washington DC, International Food Policy Research Institute (IFPRI). [ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/92523](http://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/92523).

Rost, S., Gerten, D., Hoff, H., Lucht, W., Falkenmark, M. and Rockström, J. 2009. Global potential to increase crop production through water management in rainfed agriculture. *Environmental Research Letters*, Vol. 4, No. 4. [doi.org/10.1088/1748-9326/4/4/044002](https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/4/044002).

Russi, D., Ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., Kumar, R. and Davidson, N. 2012. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. London/Brussels/Gland, Switzerland, Institute for European Environmental Policy (IEEP)/ Secretariat of the Ramsar Convention. [www.teebweb.org/publication/the-economics-of-ecosystems-and-biodiversity-teeb-for-water-and-wetlands/](http://www.teebweb.org/publication/the-economics-of-ecosystems-and-biodiversity-teeb-for-water-and-wetlands/).

S

Sadoff, C. W., Hall, J. W., Grey, D., Aerts, J. C. J. H., Ait-Kadi, M., Brown, C., Cox, A., Dadson, S., Garrick, D., Kelman, J., McCornick, P., Ringler, C., Rosegrant, M., Whittington, D. and Wiberg, D. 2015. *Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth*. Oxford, UK, University of Oxford. [www.water.ox.ac.uk/wp-content/uploads/2015/04/SCHOOL-OF-GEOGRAPHY-SECURING-WATER-SUSTAINING-GROWTH-DOWNLOADABLE.pdf](http://www.water.ox.ac.uk/wp-content/uploads/2015/04/SCHOOL-OF-GEOGRAPHY-SECURING-WATER-SUSTAINING-GROWTH-DOWNLOADABLE.pdf).

Sakalauskas, K. M., Costa, J. L., Látterra, P., Hidalgo, L. and Aguirrezabal, L. A. N. 2001. Effects of burning on soil-water content and water use in a *Paspalum quadrifarium* grassland. *Agricultural Water Management*, Vol. 50, No. 2, pp. 97–108. [doi.org/10.1016/S0378-3774\(01\)00095-6](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(01)00095-6).

Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T. and Zahoor, M. 2013. Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. *Agricultural Water Management*, Vol. 130, pp. 1–13. [doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.007](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.007).

Sauvé, S. and Desrosiers, M. 2014. A review of what is an emerging contaminant. *Chemistry Central Journal*, Vol. 8, No. 15. [doi.org/10.1186/1752-153X-8-15](https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-15).

Sayers, P., Galloway, G., Penning-Rowsell, E., Yuanyuan, L., Fuxin, S., Yiwei, C., Kang, W., Le Quesne, T., Wang, L. and Guan, Y. 2014. Strategic flood management: Ten ‘golden rules’ to guide a sound approach. *International Journal of River Basin Management*, Vol. 13, No. 2, pp. 137–151. [doi.org/10.1080/15715124.2014.902378](https://doi.org/10.1080/15715124.2014.902378).

SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). 2014. *Global Biodiversity Outlook 4: A Mid-Term Assessment of Progress towards the Implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020*. Montreal, PQ, SCBD. [www.cbd.int/gbo4/](http://www.cbd.int/gbo4/).

Schilling, K. E. and Libra, R. D. 2003. Increased baseflow in Iowa over the second half of the 20th century. *Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 39, No. 4, pp. 851–860. [doi.org/10.1111/j.1752-1688.2003.tb04410.x](https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2003.tb04410.x).

Scholes, R. J. and Biggs, R. 2004. *Ecosystem Services in Southern Africa: A Regional Assessment*. Pretoria, Council for Scientific and Industrial Research (CSIR).

Scholes, R. J., Scholes, M. and Lucas, M. 2015. *Climate Change: Briefings from Southern Africa*. Johannesburg, South Africa, Wits University Press.

Scholz, M. 2006. *Wetland Systems to Control Urban Runoff*. Amsterdam, Elsevier Science.

Schulte-Wülwer-Leidig, A. n.d. *From an Open Sewer to a Living Rhine River*. Koblenz, Germany, ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine).

SEG (Scientific Expert Group on Climate Change). 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable*. Report prepared for the United Nations Commission on Sustainable Development (UNCSD). Research Triangle Park (NC)/Washington DC, Sigma XI/United Nations Foundation. [www.globalproblems-globalsolutions-files.org/unf\\_website/PDF/climate%20\\_change\\_avoid\\_unmanagable\\_manage\\_unavoidable.pdf](http://www.globalproblems-globalsolutions-files.org/unf_website/PDF/climate%20_change_avoid_unmanagable_manage_unavoidable.pdf).

Shah, T. 2009. *Taming the Anarchy: Groundwater Governance in South Asia*. Washington DC/Colombo, Resources for the Future/ International Water Management Institute (IWMI).

Singh, R. 2016. *Water Security and Climate Change: Challenges and Opportunities in Asia*. Keynote speech at the Asian Institute of Technology, Bangkok, 29 November–1 December 2016.

SIWI (Stockholm International Water Institute). 2015. *Rajendra Singh – The Water Man of India Wins 2015 Stockholm Water Prize*. SIWI website. [www.siwi.org/prizes/stockholmwaterprize/laureates/2015-2/](http://www.siwi.org/prizes/stockholmwaterprize/laureates/2015-2/).

Simons, G., Buitink, J., Droogers, P. and Hunink, J. 2017. *Impacts of Climate Change on Water and Sediment Flows in the Upper Tana Basin, Kenya*. Wageningen, The Netherlands, Future Water. [www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2017/04/Tana\\_CC\\_FW161.pdf](http://www.futurewater.nl/wp-content/uploads/2017/04/Tana_CC_FW161.pdf).

Skov, H.. 2015. UN Convention on Wetlands (RAMSAR): Implications for Human Health. S. A. Elias (ed.), *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Amsterdam, Elsevier. [doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09347-7](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09347-7).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Despite of the title of this published work, RAMSAR is not a UN Convention. RAMSAR is an intergovernmental treaty that provides the framework for national action and international cooperation for the conservation and wise use of wetlands and their resources.

- Smakhtin, V. U. and Schipper, E. L. 2008. Droughts: the impact of semantics and perceptions. *Water Policy*, Vol. 10, No. 2, pp. 131–143. doi.org/10.2166/wp.2008.036.
- Smalls-Mantey, L. 2017. *The Potential Role of Green Infrastructure in the Mitigation of the Urban Heat Island*. PhD dissertation. Philadelphia, Pa., Drexel University. idea.library.drexel.edu/islandora/object/idea%3A7596.
- Squires, V. R. and Glenn, E. P. 2011. Salination, desertification and soil erosion. V. R. Squires (ed.), *The Role of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries in Human Nutrition*. Paris/Oxford, UK, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)/Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).
- Stagnari, F., Ramazzotti, S. and Pisante, M. 2009. Conservation Agriculture: A different approach for crop production through sustainable soil and water management: A review. E. Lichtfouse (ed.), *Organic Farming, Pest Control and Remediation of Soil Pollutants. Sustainable Agriculture Reviews*, Vol. 1. Dordrecht, The Netherlands, Springer, pp. 55–83.
- Stanton, T., Echavarría, M., Hamilton, K. and Ott, C. 2010. *State of Watershed Payments: An Emerging Marketplace*. Ecosystem Marketplace. www.forest-trends.org/documents/files/doc\_2438.pdf.
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. and Ludwig, C. 2015. The trajectory of the Anthropocene: The great acceleration. *The Anthropocene Review*, Vol. 2, No. 1, pp. 81–98. doi.org/10.1177/2053019614564785.
- Sun, G., Zhou, G. Y., Zhang, Z. Q., Wei, X. H., McNulty, S. G. and Vose, J. M. 2006. Potential water yield reduction due to forestation across China. *Journal of Hydrology*, Vol. 328, No. 3–4, pp. 548–558. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.12.013.
- Tacconi, L. 2015. *Regional Synthesis of Payments for Environmental Services (PES) in the Greater Mekong Region*. Working Paper No. 175. Bogor, Indonesia, Center for International Forestry Research (CIFOR). doi.org/10.17528/cifor/005510.
- Taylor, B. R. (ed.). 2005. *Encyclopedia of Religion and Nature*. Two volumes. London, Theommes.
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). 2009. *TEEB in National and International Policy Making*. London/Washington DC, Routledge. img.teebweb.org/wp-content/uploads/2017/03/TEEB-for-Policy-Makers\_Website.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2011. *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*. www.teebweb.org/publication/teeb-manual-for-cities-ecosystem-services-in-urban-management/.
- Thakur, A. K., Kassam, A., Stoop, W. A. and Uphoff, N. 2016. Modifying rice crop management to ease water constraints with increased productivity, environmental benefits, and climate-resilience. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 235, pp. 101–104. doi.org/10.1016/j.agee.2016.10.011.
- The City of New York. 2008. *PlanNYC: Sustainable Stormwater Management Plan 2008. A Greener, Greater New York*. New York, Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability. www.nyc.gov/html/planyc/downloads/pdf/publications/nyc\_sustainable\_stormwater\_management\_plan\_final.pdf.
- The White House. 2015. *Presidential Memorandum: Mitigating Impacts on Natural Resources from Development and Encouraging Related Private Investment*. Washington DC, The White House. Office of the Press Secretary. obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2015/11/03/mitigating-impacts-natural-resources-development-and-encouraging-related.
- Tidball, K. G. 2012. Urgent biophilia: Human-nature interactions and biological attractions in disaster resilience. *Ecology and Society*, Vol. 17, No. 2, Art. 5. doi.org/10.5751/ES-04596-170205.
- Tinoco, M., Cortobius, M., Doughty Grajales, M. and Kjellén, M. 2014. Water co-operation between cultures: Partnerships with indigenous peoples for sustainable water and sanitation services. *Aquatic Procedia*, Vol. 2, pp. 255–62. doi.org/10.1016/j.aqpro.2014.07.009.
- TNC (The Nature Conservancy). 2015. *Upper Tana-Nairobi Water Fund: A Business Case*. Version 2. Nairobi, TNC. www.nature.org/ourinitiatives/regions/africa/upper-tana-nairobi-water-fund-business-case.pdf.
- To, P. X., Dressler, W. H., Mahanty, S., Pham, T. T. and Zingerli, C. 2012. The prospects for Payment for Ecosystem Services (PES) in Vietnam: A look at three payment schemes. *Human Ecology Interdisciplinary Journal*, Vol. 40, No. 2, pp. 237–249. doi.org/10.1007/s10745-012-9480-9.
- Tognetti, S. S., Aylward, B. and Mendoza, G. F. 2005. Markets for watershed services. M. G. Anderson (ed.), *Encyclopaedia of Hydrological Sciences*. Chichester, UK, Wiley.
- Turton, A.R. and Botha, F. S. 2013. Anthropocenic aquifer: New thinking. S. Eslamien (ed.), *Handbook for Engineering Hydrology (Volume 3): Environmental Hydrology and Water Management*. London, CRC Press.
- UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). 1994. *United Nations Convention to Combat Desertification in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, particularly in Africa*. Paris, 17 June 1994. www2.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/UNCCD\_Convention\_ENG\_0.pdf.
- UNCCD Science-Policy Interface. 2016. *Land in Balance: The Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality (LND)*. Science-Policy Brief No. 2. Bonn, Germany, UNCCD. www.uncclearn.org/sites/default/files/inventory/18102016\_spi\_pb\_multipage\_eng\_1.pdf.
- UNCSD (United Nations Conference on Sustainable Development). 2012. *The Future We Want*. Outcome of the Conference, Agenda item 10. Rio de Janeiro, Brazil, 20–22 June 2012. rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.2161-1\_english.pdf.pdf.

- UNDESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs). 2015. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. ST/ESA/SER.A/366. New York, UNDESA, Population Division. [esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf](http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2017. *World Population Prospects: Key Findings and Advance Tables – The 2017 Revision*. Working Paper No. ESA/P/WP/248. New York, UNDESA, Population Division. [esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017\\_KeyFindings.pdf](http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf).
- UNDP/BIOFIN (United Nations Development Programme/Global Biodiversity Finance Initiative). 2016. *BIOFIN Workbook: Mobilizing Resources for Biodiversity and Sustainable Development*. New York, UNDP. [www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/ecosystems\\_and\\_biodiversity/biofin-workbook.html](http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/ecosystems_and_biodiversity/biofin-workbook.html).
- UNECLAC (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean). 2015. *Peru's Compensation Mechanisms for Ecosystem Services Act*. Network for Cooperation in Integrated Water Resource Management for Sustainable Development in Latin America and the Caribbean, Circular No. 41. Santiago, UNECLAC. [repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37850/S1421023\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37850/S1421023_es.pdf).
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2015. *Promoting Ecosystems for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation: Opportunities for Integration*. Discussion Paper. Geneva, UNEP, Post-Conflict and Disaster Management Branch. [postconflict.unep.ch/publications/Eco-DRR/Eco-DRR\\_Discussion\\_paper\\_2015.pdf](http://postconflict.unep.ch/publications/Eco-DRR/Eco-DRR_Discussion_paper_2015.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2016a. *A Snapshot of the World's Water Quality: Towards a Global Assessment*. Nairobi, UNEP. [uneplive.unep.org/media/docs/assessments/unep\\_wwqa\\_report\\_web.pdf](http://uneplive.unep.org/media/docs/assessments/unep_wwqa_report_web.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2016b. *River Partners: Applying Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction (Eco-DRR) in Integrated Water Resource Management (IWRM) in the Lukaya Basin, Democratic Republic of the Congo*. Nairobi, UNEP. [postconflict.unep.ch/publications/DR Congo/DR\\_Congo\\_Eco\\_DRR\\_case\\_study\\_2016.pdf](http://postconflict.unep.ch/publications/DR Congo/DR_Congo_Eco_DRR_case_study_2016.pdf).
- UNEP-DHI/IUCN/TNC (United Nations Environment Programme–DHI Partnership/International Union for Conservation of Nature/The Nature Conservancy). 2014. *Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-Based Management Approaches for Water-Related Infrastructure Projects*. UNEP. [web.unep.org/ecosystems/resources/publications/green-infrastructure-guide-water-management](http://web.unep.org/ecosystems/resources/publications/green-infrastructure-guide-water-management).
- UNESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). 2017. *Shifting towards Water-Resilient Infrastructure and Sustainable Cities*. ESCAP Knowledge Hub for Sustainable Development. E-learning course. [sustdev.unescap.org/course/detail/9](http://sustdev.unescap.org/course/detail/9) (Accessed July 2017).
- UNESCAP/UNISDR (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific/United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2012. *Reducing Vulnerability and Exposure to Disasters. The Asia-Pacific Disaster Report 2012*. UNESCAP/UNISDR. [www.unisdr.org/files/29288\\_apdr2012finalowres.pdf](http://www.unisdr.org/files/29288_apdr2012finalowres.pdf).
- UNESCO. 2015a. *International Initiative on Water Quality: Promoting Scientific Research, Knowledge Sharing, Effective Technology and Policy Approaches to Improve Water Quality for Sustainable Development*. Paris, UNESCO. [unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243651e.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243651e.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2015b. *Emerging Pollutants in Wastewater Reuse in Developing Countries*. UNESCO-IHP International Initiative on Water Quality (IIWQ) 2014–2018. Paris, UNESCO. [unesdoc.unesco.org/images/0023/002352/235241E.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002352/235241E.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2016. *Ecology as an Integrative Science from Molecular to Basin Scale: Historical Evolution, Advancements and Implementation Activities*. Paris, UNESCO. [unesdoc.unesco.org/images/0024/002455/245512e.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002455/245512e.pdf).
- \_\_\_\_\_. Forthcoming. *Emerging Pollutants in Water and Wastewater of East Ukraine: Occurrence, Fate and Regulation*. UNESCO Emerging Pollutants in Water Series. Paris, UNESCO.
- UNESCO/HELCOM (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki Commission). 2017. *Pharmaceuticals in the Aquatic Environment in the Baltic Sea Region: A Status Report*. UNESCO Emerging Pollutants in Water Series, Vol. 1. Paris, UNESCO. [unesdoc.unesco.org/images/0024/002478/247889E.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002478/247889E.pdf).
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 1992. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. United Nations. [unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2015. *Adoption of the Paris Agreement. Proposal by the President*. Conference of the Parties, Twenty-first session, Paris, 30 November–11 December 2015. [unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf).
- UNGA (United Nations General Assembly). 2016. *Draft Outcome Document of the United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development (Habitat III)*. United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development (Habitat III), Quito, 17–20 October 2016. [nua.unhabitat.org/uploads/DraftOutcomeDocumentofHabitatIII\\_en.pdf](http://nua.unhabitat.org/uploads/DraftOutcomeDocumentofHabitatIII_en.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2017. *Report of the Special Rapporteur on the Right to Food*. Human Rights Council Thirty-fourth session, 27 February–24 March 2017. Document A/HRC/34/48. United Nations. [documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G17/017/85/PDF/G1701785.pdf?OpenElement](http://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G17/017/85/PDF/G1701785.pdf?OpenElement).
- UNIDO (United Nations Industrial Development Organization). 2013. *Lima Declaration: Towards Inclusive and Sustainable Industrial Development*. Adopted by the 15th Session of the General Conference of the United Nations Industrial Development Organization, Lima, 2 December 2013. [www.unido.org/fileadmin/Lima\\_Declaration.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/Lima_Declaration.pdf).

- UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2015. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*. Geneva, UNISDR. [www.unisdr.org/we/inform/publications/43291](http://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291).
- University of Łódź/City of Łódź Office. 2011. *Implementation of the Blue-Green Network Concept: Final Demonstration Activity Report WP – The City of Łódź 2006-2011 – Annex 4*. Łódź, Poland, University of Łódź/City of Łódź Office.
- UN-Water. 2010. *Climate Change Adaptation: The Pivotal Role of Water*. Policy Brief. [www.unwater.org/publications/climate-change-adaptation-pivotal-role-water/](http://www.unwater.org/publications/climate-change-adaptation-pivotal-role-water/).
- \_\_\_\_\_. 2013. *Analytical Brief on Water Security and the Global Water Agenda*. Hamilton, Ont., United Nations University (UNU). [www.unwater.org/publications/water-security-global-water-agenda/](http://www.unwater.org/publications/water-security-global-water-agenda/).
- \_\_\_\_\_. 2016a. *Towards a Worldwide Assessment of Freshwater Quality: A UN-Water Analytical Brief*. UN-Water. [www.unwater.org/app/uploads/2017/05/UN\\_Water\\_Analytical\\_Brief\\_20161111\\_02\\_web\\_pages.pdf](http://www.unwater.org/app/uploads/2017/05/UN_Water_Analytical_Brief_20161111_02_web_pages.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2016b. *Water and Sanitation Interlinkages across the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Geneva, UN-Water. [www.unwater.org/app/uploads/2016/08/Water-and-Sanitation-Interlinkages.pdf](http://www.unwater.org/app/uploads/2016/08/Water-and-Sanitation-Interlinkages.pdf).
- Uphoff, N. 2008. The system of rice intensification (SRI) as a system of agricultural innovation. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, Vol. 10, No. 1, pp. 27–40. [journal.ipb.ac.id/index.php/jtanah/article/view/2397/1403](http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtanah/article/view/2397/1403).
- Uphoff, N. and Dazzo, F. B. 2016. Making rice production more environmentally-friendly. *Environments*, Vol. 3, No. 2, Art. 12. [doi.org/10.3390/environments3020012](https://doi.org/10.3390/environments3020012).
- Uphoff, N., Kassam, A. and Harwood, R. 2011. SRI as a methodology for raising crop and water productivity: Productive adaptations in rice agronomy and irrigation water management. *Paddy and Water Environment*, Vol. 9, No. 1, pp. 3–11. [doi.org/10.1007/s10333-010-0224-4](https://doi.org/10.1007/s10333-010-0224-4).
- USDA (United States Department of Agriculture) Farm Service Agency. 2008. *Conservation Reserve Program (CRP) Benefits: Water Quality, Soil Productivity and Wildlife Estimates*. Fact Sheet. Washington DC, USDA. [www.fsa.usda.gov/Internet/FSA\\_File/crpbennies.pdf](http://www.fsa.usda.gov/Internet/FSA_File/crpbennies.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2016. *The Conservation Reserve Program: 49th Signup Results*. Washington DC, USDA. [www.fsa.usda.gov/Assets/USDA-FSA-Public/usdafiles/Conservation/PDF/SU49Book\\_State\\_final1.pdf](http://www.fsa.usda.gov/Assets/USDA-FSA-Public/usdafiles/Conservation/PDF/SU49Book_State_final1.pdf).
- US EPA (United States Environmental Protection Agency). 2015. *General Accountability Considerations for Green Infrastructure*. Green Infrastructure Permitting and Enforcement Series: Fact Sheet No. 1. US EPA. [www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/epa-green-infrastructure-factsheet-1-061212-pj-2.pdf](http://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/epa-green-infrastructure-factsheet-1-061212-pj-2.pdf).
- \_\_\_\_\_. n.d. *Summary of the Clean Water Act*. US EPA website. [www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-water-act](http://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-water-act).
- Van der Ent, R. J., Savenije, H. H. G., Schaefli, B. and Steele-Dunne, S. C. 2010. Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, Vol. 49, No. 9, W09525. [doi.org/10.1029/2010WR009127](https://doi.org/10.1029/2010WR009127).
- Van der Ent, R. J., Wang-Erlandsson, L., Keys, P. W. and Savenije, H. H. G. 2014. Contrasting roles of interception and transpiration in the hydrological cycle – Part 2: Moisture recycling. *Earth System Dynamics*, Vol. 5, pp. 471–489. [doi.org/10.5194/esd-5-471-2014](https://doi.org/10.5194/esd-5-471-2014).
- Van der Putten, W. H., Anderson, J. M., Bardgett, R. D., Behan-Pelletier, V., Bignell, D. E., Brown, G. G., Brown, V. K., Brussaard, L., Hunt, H. W., Ineson, P., Jones, T. H., Lavelle, P., Paul, E. A., St. John, M., Wardle, D. A., Wojtowicz, T. and Wall, D.H. 2004. The sustainable delivery of goods and services provided by soil biota. D.H. Wall (ed.), *Sustaining Biodiversity and Ecosystem Services in Soils and Sediments*. San Francisco, Calif., Island Press, pp. 15–43.
- Veldkamp, T. I. E., Wada, Y., Aerts, J. C. J. H., Döll, P., Gosling, S. N., Liu, J., Masaki, Y., Oki, T., Ostberg, S., Pokhrel, Y., Satoh, Y. and Ward, P. J. 2017. Water scarcity hotspots travel downstream due to human interventions in the 20th and 21<sup>st</sup> century. *Nature Communications*, No. 15697. [doi.org/10.1038/ncomms15697](https://doi.org/10.1038/ncomms15697).
- Veolia/IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2015. *The Murky Future of Global Water Quality: New Global Study Projects Rapid Deterioration in Water Quality*. Washington DC/Chicago, Ill., IFPRI/Veolia. [www.ifpri.org/publication/murky-future-global-water-quality-new-global-study-projects-rapid-deterioration-water](http://www.ifpri.org/publication/murky-future-global-water-quality-new-global-study-projects-rapid-deterioration-water).
- Viste, E. and Sorteberg, A. 2013. The effect of moisture transport variability on Ethiopian summer precipitation. *International Journal of Climatology*, Vol. 33, No. 15, pp. 3106–3123. [doi.org/10.1002/joc.3566](https://doi.org/10.1002/joc.3566).
- Voulvoulis, N., Arpon, K. D. and Giakoumis, T. 2017. The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation. *Science of the Total Environment*, Vol. 575, pp. 358–366. [doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.228](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.228).
- Vymazal, J. 2013. Emergent plants used in free water surface constructed wetlands: A review. *Ecological Engineering*, Vol. 61 (Part B), pp. 582–592. [doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.06.023](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.06.023).
- \_\_\_\_\_. 2014. Constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters: A review. *Ecological Engineering*, Vol. 73, pp. 724–751. [doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.034](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.034).
- Vymazal, J., Březinová, T. D., Koželuh, M. and Kule, L. 2017. Occurrence and removal of pharmaceuticals in four full-scale constructed wetlands in the Czech Republic – the first year of monitoring. *Ecological Engineering*, Vol. 98, pp. 354–364. [doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.08.010](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.08.010).

- Vystavna, Y., Frkova, Z., Marchand, L., Vergeles, Y. and Stolberg, F. 2017. Removal efficiency of pharmaceuticals in a full scale constructed wetland in East Ukraine. *Ecological Engineering*, Vol. 108 (Part A), pp. 50–58. doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.08.009.
- Wada, Y., Flörke, M., Hanasaki, N., Eisner, S., Fischer, G., Tramberend, S., Satoh, Y., Van Vliet, M. T. H., Yillia, P., Ringler, C., Burek, P. and Wiberg, D. 2016. Modelling global water use for the 21<sup>st</sup> century: The Water Futures and Solutions (WFaS) initiative and its approaches. *Geoscientific Model Development*, Vol. 9, pp. 175–222. doi.org/10.5194/gmd-9-175-2016.
- Wagenaar, D. J., De Bruijn, K. M., Bouwer, L. M. and De Moel, H. 2016. Uncertainty in flood damage estimates and its potential effect on investment decisions. *Natural Hazards Earth System Science*, Vol. 16, pp. 1–14. doi.org/10.5194/nhess-16-1-2016.
- Walton, B. 2016. *Investors will see a Tighter Connection between Water and Climate*. Circle of Blue. www.circleofblue.org/2016/world/2016-preview-investors-will-see-tighter-connection-between-water-and-climate/.
- Wang, Y., Li, L., Wang, X., Yu, X. and Wang, Y. 2007. *Taking Stock of Integrated River Basin Management in China*. Beijing, Science Press.
- Ward, F. A. and Pulido-Velazquez, M. 2008. Water conservation in irrigation can increase water use. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol., 105, No. 47, pp. 18215–18220. doi.org/10.1073/pnas.0805554105.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). 2015a. *The Business Case for Natural Infrastructure*. Geneva/New York/New Delhi, WBCSD. www.naturalinfrastructureforbusiness.org/wp-content/uploads/2016/02/WBCSD\_BusinessCase\_jan2016.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2015b. *Iztia-Popo – Replenishing Groundwater through Reforestation in Mexico*. WBCSD Natural Infrastructure Case Study. Geneva/New York/New Delhi, WBCSD. www.naturalinfrastructureforbusiness.org/wp-content/uploads/2015/11/Volkswagen\_NI4BizCaseStudy\_Itza-Popo.pdf
- \_\_\_\_\_. 2015c. *Water Management and Flood Prevention in France*. WBCSD Natural Infrastructure Case Study. Geneva/New York/New Delhi, WBCSD. www.naturalinfrastructureforbusiness.org/wp-content/uploads/2015/11/LafargeHolcim\_NI4BizCaseStudy\_WaterManagementFloodPrevention.pdf.
- WEF (World Economic Forum). 2015. *Global Risks Report 2015*. 10<sup>th</sup> edition. Geneva, WEF. reports.weforum.org/global-risks-2015/.
- Weiss, H. and Bradley, R. S. 2001. What drives societal collapse? *Science*, Vol. 291, No. 3304, pp. 606-610. doi.org/10.1126/science.1058775.
- Weiss, H., Courty, M. A., Wetterstrom, W., Guichard, F., Senior, L., Meadow, R. and Curnow, A. 1993. The genesis and collapse of Third Millenium North Mesopotamian Civilization. *Science*, Vol. 261, No. 5124, pp. 995–1004. doi.org/10.1126/science.261.5124.995.
- Wilhite, D. A., Svoboda, M. D. and Hayes, M. J. 2007. Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness. *Water Resources Management*, Vol. 21, No. 5, pp. 763–774. doi.org/10.1007/s11269-006-9076-5.
- Wisner, B., Gaillard, J. C. and Kelman, I. (eds.). 2012. *Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction and Management*. London, Routledge.
- WMO (World Meteorological Organization). 2006: *Social Aspects and Stakeholder Involvement in Integrated Flood Management*. WMO/Global Water Partnership (GWP) Associated Programme on Flood Management (APFM) Technical Document No. 4, WMO No. 1008. Geneva, WMO. www.floodmanagement.info/publications/policy/ifm\_social\_aspects/Social\_Aspects\_and\_Stakeholder\_Involvement\_in\_IFM\_En.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2007. *Economic Aspects of Integrated Flood Management*, WMO/Global Water Partnership (GWP) Associated Programme on Flood Management (APFM) Technical Document No. 5, WMO No. 1010. Geneva, WMO. www.floodmanagement.info/publications/policy/ifm\_economic\_aspects/Economic\_Aspects\_of\_IFM\_En.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2009. *Integrated Flood Management: Concept Paper*. WMO/Global Water Partnership (GWP) Associated Programme on Flood Management (APFM), WMO No. 1047. Geneva, WMO. www.floodmanagement.info/publications//concept\_paper\_e.pdf.
- \_\_\_\_\_. 2017. *Selecting Measures and Designing Strategies for Integrated Flood Management: A Guidance Document*. Geneva, WMO. www.floodmanagement.info/publications/guidance%20-%20selecting%20measures%20and%20designing%20strategies\_e\_web.pdf.
- WOCAT (World Overview of Conservation Approach and Technologies). 2007. *Where the Land is Greener: Case Studies and Analysis of Soil and Water Conservation Initiatives Worldwide*. CTA/FAO/UNEP/CDE on behalf of WOCAT.
- Woods Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R. and Shaffer, P. 2007. *The SUDS Manual*. London, Construction Industry Research and Information Association (CIRIA).
- World Bank. 2009. *Convenient Solutions to an Inconvenient Truth: Ecosystem-Based Approaches to Climate Change*. Washington DC, World Bank. siteresources.worldbank.org/ENVIRONMENT/Resources/ESW\_EcosystemBasedApp.pdf.
- \_\_\_\_\_. n.d. WAVES (Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services) website. www.wavespartnership.org (Accessed July 2017).
- World Commission on Dams. 2000. *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making*. The Report of the World Commission on Dams. London/Sterling, Va., Earthscan. www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/world\_commission\_on\_dams\_final\_report.pdf.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2014. *The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy*. Paris, UNESCO. [unesdoc.unesco.org/images/0022/002257/225741E.pdf](https://unesdoc.unesco.org/images/0022/002257/225741E.pdf).

\_\_\_\_\_. 2015. *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris, UNESCO. [unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf](https://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf).

\_\_\_\_\_. 2016. *The United Nations World Water Development Report 2016: Water and Jobs*. Paris, UNESCO. [unesdoc.unesco.org/images/0024/002439/243938e.pdf](https://unesdoc.unesco.org/images/0024/002439/243938e.pdf).

\_\_\_\_\_. 2017. *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource*. Paris, UNESCO. [www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource/](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource/).

WWF (World Wide Fund for Nature). 2017. *Natural and Nature-Based Flood Management: A Green Guide*. Washington DC, WWF. [www.worldwildlife.org/publications/natural-and-nature-based-flood-management-a-green-guide](http://www.worldwildlife.org/publications/natural-and-nature-based-flood-management-a-green-guide).

X  
Xu, H. and Horn, O. 2017. *China's Sponge City concept: Restoring the Urban Water Cycle through Nature-Based Solutions*. ICLEI Briefing Sheet. Bonn, Germany, ICLEI. [www.iclei.org/fileadmin/PUBLICATIONS/Briefing\\_Sheets/Nature\\_Based\\_Solutions/ICLEI\\_Sponge\\_City\\_ENG.pdf](http://www.iclei.org/fileadmin/PUBLICATIONS/Briefing_Sheets/Nature_Based_Solutions/ICLEI_Sponge_City_ENG.pdf).

Y  
You, L., Ringler, C., Nelson, G. C., Wood-Sichra, U., Robertson, R. D., Wood, S., Guo, Z., Zhu, T. and Sun, Y. 2010. *What is the Irrigation Potential for Africa? A Combined Biophysical and Socioeconomic Approach*. IFPRI Discussion Paper. Washington DC, International Food Policy Research Institute (IFPRI). [www.ifpri.org/publication/what-irrigation-potential-africa](http://www.ifpri.org/publication/what-irrigation-potential-africa).

Z  
Zalewski, M. (ed.). 2002. *Guidelines for the Integrated Management of the Watershed: Phytotechnology and Ecohydrology*. Freshwater Management Series No. 5. UNEP. [www.unep.or.jp/ietc/Publications/Freshwater/FMS5/](http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/Freshwater/FMS5/).

\_\_\_\_\_. 2014. Ecohydrology and hydrologic engineering: Regulation of hydrology-biota interactions for sustainability. *Journal of Hydrologic Engineering*, Vol. 20, No. 1. [doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000999](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000999).

Zalewski, M., Janauer, G. and Jolánkai, G. (eds.). 1997. *Ecohydrology: A New Paradigm for the Sustainable Use of Aquatic Resources*. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, International Hydrological Programme (UNESCO-IHP). [unesdoc.unesco.org/images/0010/001062/106296e.pdf](https://unesdoc.unesco.org/images/0010/001062/106296e.pdf).

Zhang, D. Q., Jinadasa, K. B. S. N., Gersberg, R. M., Liu, Y., Ng, W. J. and Tan, S. K. 2014. Application of constructed wetlands for wastewater treatment in developing countries: A review of recent developments (2000–2013). *Journal of Environmental Management*, Vol. 141, pp. 116–131. [doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.03.015](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.03.015).

Zhang, D. Q., Tan, S. K., Gersberg, R. M., Sadreddini, S., Zhu, J. and Tuan, N. A. 2011. Removal of pharmaceutical compounds in tropical constructed wetlands. *Ecological Engineering*, Vol. 37, No. 3, pp. 460–464. [doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.11.002](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.11.002).

Zhang, L., Dawes, W. R. and Walker, G. R. 2001. Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale. *Water Resources Research*, Vol. 37, No. 3, pp. 701–708. [doi.org/10.1029/2000WR900325](https://doi.org/10.1029/2000WR900325).

Zhang, L., Podlasly, C., Feger, K. H., Wang, Y. and Schwärzel, K. 2015. Different land management measures and climate change impacts on the discharge: A simple empirical method derived in a mesoscale catchment on the Loess Plateau. *Journal of Arid Environment*, Vol. 120, pp. 42–50. [doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.04.005](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.04.005).

Zhang, Y. K. and Schilling, K. E. 2006. Increasing streamflow and baseflow in Mississippi River since the 1940s: Effect of land use change. *Journal of Hydrology*, Vol. 324, No. 1–4, pp. 412–422. [doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.09.033](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.09.033).

Zhao, L., Wu, L., Li, Y., Lu, X., Zhu, D. and Uphoff, N. 2009. Influence of the system of rice intensification on rice yield and nitrogen and water use efficiency with different N application rate. *Experimental Agriculture*, Vol. 45, No. 3, pp. 275–286. [doi.org/10.1017/S0014479709007583](https://doi.org/10.1017/S0014479709007583).

# ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>ACWFS-VU</b>	Amsterdam Centre for World Food Studies, Vrije Universiteit - Centro per gli studi mondiali sul cibo di Amsterdam e Vrije Universiteit
<b>AGWA</b>	Alliance for Global Water Adaptation – Alleanza per l’adattamento globale dell’acqua
<b>CBD</b>	Convention on Biological Diversity – Incontro sulla diversità biologica
<b>CRED</b>	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – Centro per le ricerche sulle epidemiologie dei disastri
<b>CRP</b>	Conservation Reserve Program (USA) – Programma della conservazione delle riserve (USA)
<b>CSO</b>	combined sewer overflows - tracimazioni di fognature
<b>CWA</b>	Clean Water Act (USA) – Azioni sull’acqua pulita (USA)
<b>DEP</b>	Department of Environmental Protection (New York City) – Dipartimento di protezione ambientale (NY City)
<b>DRR</b>	disaster risk reduction - Riduzione del rischio di disastri
<b>EC</b>	European Commission – Commissione Europea
<b>EPMAPS</b>	Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento – Public Metropolitan Enterprise for Drinking Water and Sanitation (Quito)
<b>EU</b>	European Union - Unione europea
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nations – Organizzazione delle Nazioni Unite sul cibo e l’agricoltura
<b>FONAG</b>	Fondo para la Protección del Agua – Water Conservation Fund (Ecuador) – Fondo di protezione dell’acqua (Ecuador)
<b>GDP</b>	gross domestic product – Prodotto interno lordo
<b>GPA</b>	Global Programme of Action – Programma globale di azione
<b>GWD</b>	groundwater depletion for irrigation – Deterioramento della qualità dell’acqua di superficie per irrigazione
<b>HIV</b>	Human Immunodeficiency Virus - Virus da immunodeficienza
<b>IAHS</b>	International Association of Hydrological Sciences – Associazione internazionale di scienze idrologiche
<b>ICPR</b>	International Commission for the Protection of the Rhine – commissione internazionale per la protezione del Reno
<b>IHE</b>	Delft Institute for Water Education – Istituto Delf per l’educazione sull’acqua
<b>IHP</b>	International Hydrological Programme – Programma internazionale idrologico
<b>IIASA</b>	International Institute for Applied Systems Analysis – Istituto internazionale per analisi di sistemi applicati
<b>ILO</b>	International Labour Organization – Organizzazione internazionale del lavoro
<b>IUCN</b>	International Union for Conservation of Nature – Unione internazionale per la conservazione della natura
<b>ISRBC</b>	International Sava River Basin Commission – Commissione internazionale del Bacino del fiume Sava
<b>IWMI</b>	International Water Management Institute – Istituto internazionale per la gestione dell’acqua
<b>IWRM</b>	integrated water resources management – gestione integrata delle risorse idriche
<b>LAC</b>	Latin America and the Caribbean – America latina e caraibi
<b>LULUC</b>	land use and land use change – terra utilizzata e cambio dell’uso della terra
<b>MAR</b>	managed aquifer recharge – ricarica delle falde acquifere
<b>MoU</b>	memorandum of understanding – Memorandum di comprensione
<b>NBS</b>	nature-based solutions – soluzioni naturali o soluzioni basate sulla natura
<b>NGO</b>	non-governmental organization – Organizzazioni non governative (ONG)
<b>NUA</b>	New Urban Agenda – Agenda della nuova urbanizzazione

<b>NYC</b>	New York City
<b>NWRM</b>	Natural Water Retention Measures – Misure di ritenzione delle acque naturali
<b>OECD</b>	Organisation for Economic Co-operation and Development – Organizzazione per sviluppo e cooperazione economica
<b>PES</b>	payment for environmental services – pagamento per servizi ambientali
<b>SASS</b>	stream assessment scoring system – sistema di misurazione della gestione dei flussi
<b>S2S</b>	source to sea – dalla sorgente al mare
<b>SDGs</b>	Sustainable Development Goals – Obiettivi per lo sviluppo sostenibile
<b>SIWI</b>	Stockholm International Water Institute – Istituto internazionale per l’acqua di Stoccolma
<b>SPR</b>	source to pathway to receptor – Sorgente dalla via al recettore
<b>SRI</b>	system of rice intensification – sistema di potenziamento della coltivazione del riso
<b>SUDS</b>	sustainable urban drainage systems – sistemi sostenibili per il drenaggio urbano
<b>TNC</b>	The Nature Conservancy – Conservazione della natura
<b>UK</b>	United Kingdom – Regno Unito
<b>UN</b>	United Nations – Nazioni Unite
<b>UNCCD</b>	United Nations Convention to Combat Desertification – Congresso per combattere la desertificazione delle Nazioni Unite
<b>UNECE</b>	United Nations Economic Commission for Europe – Commissione economica per l’Europa delle Nazioni Unite
<b>UNECLAC</b>	United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean - Commissione economica per l’America latina e i Caraibi delle Nazioni Unite
<b>UNEP</b>	United Nations Environment Programme – Programma sull’ambiente delle Nazioni Unite
<b>UNESCAP</b>	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific - Commissione economica e sociale per l’Asia e il Pacifico delle Nazioni Unite
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Organizzazione culturale, scientifica e per l’educazione delle Nazioni Unite
<b>UNESCWA</b>	United Nations Economic and Social Commission for Western Asia – Commissione economica e sociale per Asia Occidentale delle Nazioni Unite
<b>UNFCCC</b>	United Nations Framework Convention on Climate Change – Congresso sul cambio climatico delle Nazioni Unite
<b>UNIDO</b>	United Nations Industrial Development Organization – Organizzazione per lo sviluppo industriale delle Nazioni Unite
<b>UNU</b>	United Nations University – Università delle Nazioni Unite
<b>USA</b>	United States of America – Stati Uniti d’America
<b>USAID</b>	United States Agency for International Development – Agenzia per lo sviluppo internazionale degli USA
<b>US EPA</b>	United States Environmental Protection Agency – Agenzia di protezione ambientale degli USA
<b>UTFI</b>	underground taming of floods for irrigation – controllo sotterraneo delle inondazioni per l’uso in irrigazione
<b>WaSH</b>	water, sanitation and hygiene – acqua, purificazione e igiene
<b>WBCSD</b>	World Business Council for Sustainable Development – Concilio mondiale per lo sviluppo sostenibile
<b>WFD</b>	Water Framework Directive of the EU – Direttive sulle acque dell’Unione Europea
<b>WMO</b>	World Meteorological Organization – Organizzazione mondiale meteorologica
<b>WWAP</b>	World Water Assessment Programme – Programma di verifica dello stato delle acque nel mondo
<b>WWDR</b>	World Water Development Report – Rapporto mondiale per lo sviluppo dell’acqua
<b>WWF</b>	World Wide Fund for Nature – Fondo mondiale per la natura

# BOXES, FIGURE E TABELLE

## Boxes

<b>Box 1.1</b>	Ecoidrologia	24
<b>Box 2.1</b>	Accumulo di acque naturali in fiumi secchi in Africa	39
<b>Box 2.2</b>	I benefici delle NBS su larga scala – recupero dei paesaggi per assicurare la fornitura idrica in Rajasthan, India	40
<b>Box 2.3</b>	Agricoltura conservativa – un approccio all'intensificazione della produzione sostenibile	43
<b>Box 2.4</b>	Il sistema di intensificazione del riso (maggiore produttività con meno acqua)	44
<b>Box 2.5</b>	Il restauro del paesaggio migliora i risultati di acqua per il fiume Tana, Kenya	45
<b>Box 2.6</b>	Il concetto cinese di “città spugna”	46
<b>Box 2.7</b>	Il servizio spartiacque fornisce un incremento di cinque volte per l'aspettativa di operatività della diga della azienda idroelettrica ITAIPU nel bacino del fiume Pararà in Brasile	47
<b>Box 2.8</b>	L'approccio S2S (Source to sea – dalla sorgente al mare)	50
<b>Box 3.1</b>	Il programma di conservazione e riserva per proteggere la qualità dell'acqua in USA	54
<b>Box 3.2</b>	Miglioramento della qualità dell'acqua attraverso l'utilizzo di aree di stoccaggio nei campi in Europa	56
<b>Box 3.3</b>	Rimozione dei prodotti farmaceutici in sistemi di fitodepurazione in Ucraina	58
<b>Box 3.4</b>	Migliorare le forniture di acqua di fondo e la qualità dell'acqua usando i suoli per il trattamento terziario delle acque reflue in Israele	58
<b>Box 3.5</b>	Utilizzo daphnia e alghe per monitorare la tossicità dell'acqua e rilevamento anticipato dei carichi di inquinamento – stazione del Reno per la rilevazione della qualità dell'acqua in Worms, Germania	59
<b>Box 3.6</b>	I fondi sulle risorse idriche come mezzo per implementare le NBS per la protezione degli spartiacque	61
<b>Box 4.1</b>	Gestione dell'acqua e prevenzione delle inondazioni in Francia – LafargeHolcim	74
<b>Box 4.2</b>	Valutazione del concetto di UTFI nel bacino del fiume di Chao Phraya, Thailandia	77
<b>Box 5.1</b>	Ripristino del “sistema Hima” in Giordania	81
<b>Box 5.2</b>	Esperienze con PES nelle regioni Asia-Pacifico	83
<b>Box 5.3</b>	Schema PES al lago Naivasha, Kenya	83
<b>Box 5.4</b>	Fondo “Upper Tana-Nairdobi Water Fund”	84
<b>Box 5.5</b>	Il fondo “Quito Water Conservation Fund”	85
<b>Box 5.6</b>	NBS in ambienti urbani: New York City	88
<b>Box 5.7</b>	Andare oltre il trattamento delle acque reflue – la multifunzionalità delle zone umide artificiali	89
<b>Box 5.8</b>	Zone umide artificiali in Egitto e Libano	90
<b>Box 5.9</b>	NBS e il “EU WFD”: esperienze dei progetti pilota nel mare del nord	90
<b>Box 5.10</b>	Le NBS nella Gestione dell'acqua e dei servizi nell'ambito dell'attuazione del WFD (Water Framework Directive) europeo: il bacino idrografico del Reno	91
<b>Box 5.11</b>	Il valore dei beni naturali e l'importanza della cooperazione transfrontaliera nel bacino del fiume Sava	92
<b>Box 5.12</b>	La legge del meccanismo di compensazione per i servizi ecosistemici (Perù)	92
<b>Box 5.13</b>	Valutazioni olistiche e quantitative che permettono di favorire le NBS rispetto a infrastrutture comparabili	93
<b>Box 6.1</b>	Finanziare la “resilienza dell'acqua”: l'emergenza dei Bond verdi e climatici per l'acqua	98
<b>Box 6.2</b>	L'iniziativa “Equator initiative”: le NBS che coinvolgono le comunità indigene	104

## Figure

<b>Figure 1</b>	Scarsità di acqua nel 2010 (parte alta della figura) e le proiezioni del cambio in scarsità (vedi note*) nel 2050 (parte bassa della figura) basandosi sullo scenario del “middle-of-the-road” (vedi note**)	12
<b>Figure 2</b>	Contributo delle diverse coltivazioni nel consumo di acqua mondiale nel 2010	13
<b>Figure 3</b>	Proiezioni di acque al suolo nel 2010 (mappa in alto) e incremento delle stesse nel 2050 sopra i livelli del 2010 (mappa in basso) basate sullo scenario “middle-of-the-road”*	14
<b>Figure 4</b>	Indici di rischio per la qualità dell’acqua per i maggiori bacini fluviali durante il periodo di base (2000-2005) confrontati con il 2050 (indice di azoto sotto il CSIRO*-medium-scenario**)	15
<b>Figure 5</b>	Percentuali di agricolture in totali emissioni di nitrati e fosforo nei paesi OECD, 2000-2009	16
<b>Figure 6</b>	Cambiamenti futuri previsti relativi all’umidità contenuta nei 10 cm superiori di terreno in percentuali* dal 1980-1999 (parte superiore della figura) al 2080-2099 (parte inferiore della figura)	18
<b>Figure 1.1</b>	Percorsi idrologici in un paesaggio naturale (parte alta della figura) e uno sviluppo urbano (parte bassa della figura)	26
<b>Figure 1.2</b>	Riciclo delle acque da precipitazioni continentali, 1999-2008	28
<b>Figure 1.3</b>	Fonte delle precipitazioni per la regione del Sahel	29
<b>Figure 1.4</b>	Infrastrutture naturali (o “verdi” o “green”) per la gestione dell’acqua distribuite nel territorio	31
<b>Figure 1.5</b>	Metodi in fase di sviluppo per la gestione di ecosistemi acquatici. L’ enfasi si sposta dal vedere l’impatto sull’ecosistema al gestire l’ecosistema per raggiungere gli obiettivi di gestione delle risorse idriche	34
<b>Figure 1.6</b>	Proiezioni del numero di pagine di testi di ricerca che citano le NBS e i relativi approcci, 1980-2014	35
<b>Figure 2.1</b>	La relazione tra infrastrutture artificiali e servizi ecosistemici	41
<b>Figure 4.1</b>	Impatti annuali medi delle siccità e degli allagamenti globalmente, 2006-2015	65
<b>Figure 4.2</b>	Cambi in flussi positivi con le modifiche degli ecosistemi	67
<b>Figure 4.3</b>	Una rappresentazione grafica del concetto di WMO SPR	68
<b>Figure 4.4</b>	Le misure più efficaci delle NBS per ridurre i picchi di allagamenti per un periodo di 20 anni	69
<b>Figure 4.5</b>	Effetti di diversi interventi delle NBS sulla riduzione dei picchi di allagamenti (sinistra) ed effetti combinati degli interventi dopo gravi allagamenti (destra)	71
<b>Figure 4.6</b>	Mappe del pericolo siccità (parte alta) e rischi (parte bassa)	72
<b>Figure 4.7</b>	Accumulo di acque continuo	75
<b>Figure 4.8</b>	Uno schema riassuntivo del concetto di “addomesticamento sotterraneo” delle inondazioni per le irrigazioni (UTFI)	76
<b>Figure 5.1</b>	Uno schema tipico di spartiacque	82
<b>Figure 5.2</b>	Sussidi pubblici per la protezione degli spartiacque nel 2015: paesi con programmi di sussidi pubblici e il totale di ciascun contributore, divisi per regioni	86

## Tabelle

<b>Table 1</b>	Condizioni globali e andamento per le minacce del suolo (Antartica esclusa)	20
<b>Table 1.1</b>	Esempi di servizi ecosistemici e alcune fra le funzioni che svolgono	30
<b>Table 1.2</b>	Infrastrutture verdi per la gestione delle risorse idriche	32
<b>Table 3.1</b>	Categorie di attività di protezione per le sorgenti di acqua	55
<b>Table 3.2</b>	Qualità dell’acqua negli SDG	62
<b>Table 4.1</b>	Misure basate sui bacini che contribuiscono alla gestione delle inondazioni	70
<b>Table 4.2</b>	NBS per gestire il rischio di siccità nel Corno d’Africa	73
<b>Table 7.1</b>	Il potenziale contributo delle NBS per raggiungere gli obiettivi della SDG6 sull’acqua e igiene e la contribuzione ad altri obiettivi	114
<b>Table 7.2</b>	Il potenziale contributo delle NBS (per l’acqua) ad alcuni altri SGD e ai loro obiettivi attraverso lo sviluppo di altri benefici legati a risorse non idriche	115

# CREDITI PER LE FOTO

## Sintesi

p. 1 © Sundry Photography/Shutterstock.com

## Prologo

p. 9 © Komjomo/Shutterstock.com

## Capitolo 1

p. 21 © Phanuwat Nandee/Shutterstock.com

## Capitolo 2

p. 37 © Uwe Bergwitz/Shutterstock.com

## Capitolo 3

p. 51 © Leoni Meleca/Shutterstock.com

## Capitolo 4

p. 63 © DIIMSA Researcher/Shutterstock.com

## Capitolo 5

p. 79 © Trabantos/Shutterstock.com

p. 94 © Naeblys/Shutterstock.com

## Capitolo 6

p. 95 © Georgina Smith/CIAT, www.flickr.com CC BY-NC-SA 2.0

p. 106 © Ruud Morijn Photographer/Shutterstock.com

## Capitolo 7

p. 107 © Olga Kashubin/Shutterstock.com

p. 113 © Anna Om/Shutterstock.com

UN-Water è il meccanismo di coordinamento delle diverse agenzie delle Nazioni Unite (UN) per le problematiche relative all'acqua dolce, inclusa l'igienizzazione. Fu fondato formalmente nel 2003, frutto di una lunga storia di collaborazione con la famiglia UN. La UN-Water consiste di entità UN concentrandosi o con particolare interesse in problematiche riguardanti l'acqua, come membri e con altre organizzazioni internazionali non-UN come partners.

Lo scopo principale di UN-Water è di compensare e aggiungere valore a programmi e progetti pre-esistenti, facilitando sinergia e sforzi congiunti, così da massimizzare l'azione coordinata e la coerenza in tutto il sistema. Facendo ciò, UN-Water cerca di incrementare l'efficacia del supporto fornito agli Stati Membri nel loro sforzo verso il raggiungimento degli accordi sull'acqua.

## RAPPORTI PERIODICI

### World Water Development Report (WWDR)

È il testo di riferimento del sistema UN sullo stato delle risorse di acqua dolce. Il Report è il risultato della forte collaborazione tra i membri e i partner della UN-Water e rappresenta il responso coerente e integrato del sistema UN alle sfide che stanno emergendo e alle problematiche relative all'acqua dolce. La stesura del rapporto coordinata dal United Nations World Water Assessment Programme dell'UNESCO e il tema è armonizzato con il tema del World Water Day (22 marzo). Dal 2003 fino al 2012, il WWDR è stato rilasciato ogni tre anni e dal 2014, il Report viene rilasciato annualmente per fornire le informazioni più recenti e accurate su come le sfide riguardanti l'acqua siano indirizzate in tutto il mondo.

- ✓ Visione globale
- ✓ Stato, utilizzo e gestione delle risorse idriche
- ✓ Globale
- ✓ Analisi regionale
- ✓ Triennale (2003-2012)
- ✓ Annuale (dal 2014)
- ✓ Collegamenti ai temi mondiali
- ✓ Giorno dell'Acqua (22 March)

### UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS)

È prodotto dal World Health Organization (WHO) in rappresentanza di UN-Water. Fornisce un aggiornamento globale sul quadro di riferimento delle politiche, accordi istituzionali, risorse umane e flussi finanziari nazionali ed internazionali per supportare l'acqua potabile e igienizzata. È un input sostanziale nelle attività di Sanitation and Water for All (SWA).

- ✓ Visione globale
- ✓ Disponibilità di acqua e igiene
- ✓ Globale
- ✓ Analisi regionale
- ✓ Biennale (dal 2008)

### Il rapporto progressivo del WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation (JMP)

È affiliato con UN-Water e presenta i risultati del monitoraggio globale dei progressi verso l'accesso all'acqua potabile, igiene e igienizzazione.

Il monitoraggio ricorre a indagini svolte presso delle famiglie e censimenti, normalmente supportati da un insieme di dati nazionali amministrativi e normativi.

- ✓ Stato e tendenze
- ✓ Disponibilità di acqua e igiene
- ✓ Globale
- ✓ Analisi Regionale e nazionale
- ✓ Biennale (1990-2012)
- ✓ Aggiornamenti annuali (dal 2013)

## PUBBLICAZIONI PREVISTE NEL 2018 UN-WATER

- "SDG 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation"  
Il report "SDG 6 Synthesis Report 2018", preparato da "Task Force of 13 UN-Water Members and Partners" sarà pubblicato a Giugno 2018 prima del forum "High-level Political Forum" sullo stato della situazione degli obiettivi del SDG 6 in dettaglio. Il report mostrerà lo stato generale per ciascun obiettivo e indicatore, i meccanismi di controllo, fornirà un'analisi sui collegamenti e suggerirà politiche e messaggi da portare per accelerare l'implementazione dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.
- Update of UN-Water Policy Brief on Water and Climate Change
- UN-Water Policy Brief on the Water Conventions
- UN-Water Analytical Brief on Water Efficiency

**Maurizio Montalto (a cura di)** – Avvocato e Giornalista pubblicista specializzato in “diritto e gestione dell’ambiente” è il Presidente dell’Istituto italiano per gli Studi delle Politiche Ambientali. È stato Presidente dell’azienda per l’acqua pubblica di Napoli ABC (Acqua Bene Comune). È attivista del Forum Italiano per i Movimenti per l’acqua e ha fondato la Rete a Difesa delle Fonti d’Acqua del Mezzogiorno d’Italia.

Ha pubblicato: *Le vie dell’acqua, tra diritti e bisogni* (Alegre); *La guerra dei rifiuti* (Alegre); *La Casa Ecologia* (Simone); *L’acqua è di tutti* (L’ancora del Mediterraneo); *La rapina perfetta* (Libribianchi di Stampalternativa).

Ha avuto incarichi tecnici in Governi come il Comitato Ministeriale sul diritto all’acqua, cd. Comitato scientifico del Ministero dell’Ambiente C.O.V.I.S. e ha lavorato sull’emergenza rifiuti per la Presidenza del Consiglio dei Ministri col Generale Jucci.







**Il Rapporto Mondiale delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche** (United Nations World Water Development Report) è prodotto dall'UNESCO WWAP ogni anno a nome di tutte le agenzie di UN-Water; nel 2018, con questa pubblicazione, è tradotto per la prima volta in italiano.

Questa edizione ha come tema e titolo *Soluzioni basate sulla natura per la gestione dell'acqua* (NBS nel suo acronimo in inglese). “Per NBS s'intendono soluzioni ispirate e sostenute dalla natura, utilizzando o imitando processi naturali con l'obiettivo di contribuire a una migliore gestione dell'acqua. Le NBS possono prevedere la conservazione o il recupero di ecosistemi naturali, il rafforzamento o lo sviluppo di processi naturali all'interno di ecosistemi modificati o artificiali, possono servire da “regolatori” per le piene, essere naturali “filtri” per gli inquinanti, e rappresentare soluzioni ecologiche per le città.”

In Italia questi sistemi possono “essere veramente una risposta – concretamente applicabile e ambientalmente sostenibile nel lungo termine – alla crescente domanda d'acqua e all'aumento dei rischi idrogeologici. L'Italia, caratterizzata da paesaggi dove natura e antropizzazione convivono in totale armonia, ha un patrimonio enorme da salvaguardare e queste soluzioni basate sull'uso degli ecosistemi potrebbero essere l'approccio più idoneo ovunque sia possibile attuarlo.”

