



Science & Technology

FORESIGHT

from society to research





PROGETTO INTERDIPARTIMENTALE « SCIENCE AND TECHNOLOGY FORESIGHT »

Finalità

Il Progetto « Science and Technology Foresight » intende definire una visione di medio e lungo periodo - da 5 a 30 anni - in funzione della quale mettere a punto strategie di sviluppo della ricerca in grado di rispondere ai gravi problemi emergenti nella società in materia di ambiente, salute, alimentazione, energia, sicurezza e trasporti. L'approccio olistico alle tematiche e il coinvolgimento di esperti di reputazione internazionale nelle attività di fo-

resight, sono due aspetti fondamentali del progetto. In particolare gli esperti provenienti dall'università, dai centri di ricerca e dai settori pubblici e privati parteciperanno ad una serie di workshop "Face to Face" (F2F), focalizzati su temi specifici e correlati.

I F2F sono riunioni su invito, organizzate in modo da garantire ai partecipanti, con visioni e posizioni differenti, le condizioni necessarie per confrontarsi in un dibattito aperto. Questo approccio è pensato per facilitare la convergenza su posizioni comuni in materia di ricerca, di individuazione



delle carenze scientifiche e finanziarie e di valutazione, alla luce dell'accettabilità sociale, delle potenzialità di mercato dei futuri prodotti.

Metodo di Lavoro

I workshop F2F vengono organizzati attraverso quattro fasi: la definizione del programma, la preparazione dei documenti preliminari, la selezione di esperti - interessati ad affrontare i problemi nella loro complessità - e la stesura dei rapporti finali. L'identificazione dei partecipanti, cruciale per il successo dei F2F, richiede tempo, cre-



dibilità e la creazione di un'ampia rete di contatti e relazioni. Lo scambio interattivo e reciproco di conoscenze facilita il rafforzamento di un'intelligenza

collettiva, il superamento dell'approccio lineare ai rapporti di causa-effetto e lo sviluppo di una visione sistemica, interdisciplinare e integrata della realtà.

Attraverso la piattaforma informatica (www.foresight.cnr.it) gli interessati possono associarsi alla rete Foresight e contribuire alla realizzazione del progetto con concetti, idee, domande e riflessioni.

Supporto e Collaborazioni

Il Progetto « Science and Technology Foresight », che è supportato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), da Area Science Park di Trie-

ste e dal Ministero Italiano per la Istruzione, Università e Ricerca (MIUR), si avvale della collaborazione dell'Institute on Science for Global Policy (ISGP) Americano, di Aspen Institute Italia e di Nova-Sole24Ore.



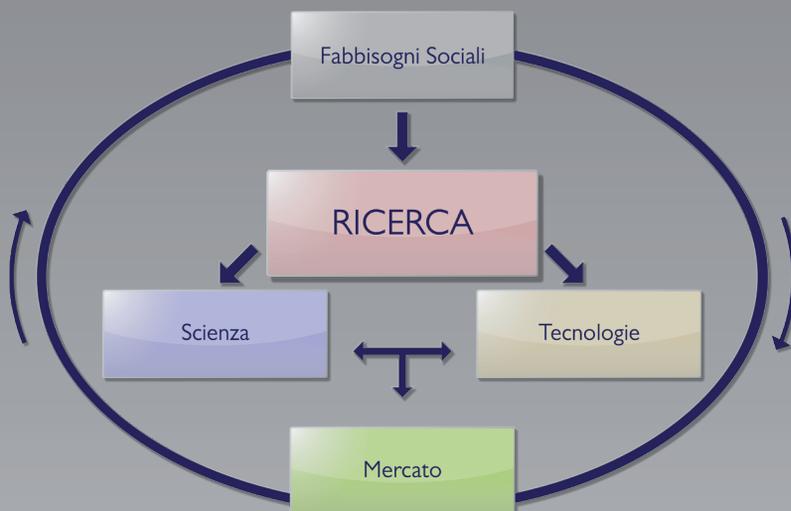


Science & Technology

FORESIGHT

from society to research

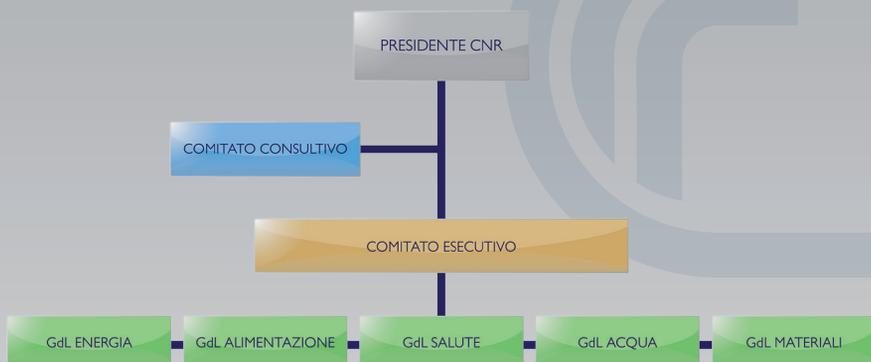
L'approccio scelto dal "Science and Technology Foresight", motivato dai fabbisogni della società e finalizzato a identificare tecnologie innovative, mette la ricerca scientifica al centro per ottenere, nel lungo termine, prodotti e processi in grado di arrivare al mercato con impatto dirompente sulla società.



Il **Comitato Consultivo**, di cui fanno parte tutti i Direttori dei Dipartimenti del CNR, ha il compito di proporre iniziative al Comitato Esecutivo e di promuovere la attività del progetto presso la rete scientifica del CNR.

Il **Comitato Esecutivo**, di cui fanno parte tutti i coordinatori dei Gruppi di Lavoro Tematici, definisce il piano strategico ed il programma di lavoro del Progetto, coordina le attività dei Gruppi di Lavoro Tematici e convalida i documenti strategici.

I **Gruppi di Lavoro Tematici (GdL)** preparano e sviluppano le iniziative scientifiche decise dal Comitato Esecutivo, inclusa l'organizzazione dei workshops esplorativi e Face to Face. Sono costituiti e coordinati da Ricercatori del CNR.



SINTESI DEI RISULTATI E ATTIVITA' FUTURE

Negli ultimi quattro anni sono stati organizzati i seguenti eventi:

- 6 workshops Esplorativi
- 3 workshops Face-to-Face

I risultati sono stati presentati a diverse conferenze inter-

nazionali e pubblicati sul sito web del Progetto www.foresight.cnr.it

Il programma delle attività future prevede l'organizzazione di workshops di approfondimento, l'avvio di nuove collaborazioni e la partecipazione ad eventi internazionali.



 info@foresight.cnr.it

 www.foresight.cnr.it



GDL ENERGIA

“TECNOLOGIE per ACCUMULO di ENERGIA di NUOVA GENERAZIONE”

FINALITA'

La generazione distribuita di energia da fonti rinnovabili e le tecnologie di accumulo sono di notevole importanza per il futuro sistema energetico. Il potenziamento dell'accumulo di energia si rende necessario per il crescente utilizzo di fonti rinnovabili e può contribuire a ridurre le emissioni nocive. Le tecnologie di stoccaggio dell'energia possono consentire di superare il divario temporale tra l'offerta e la domanda di energia e di evitare che l'eccesso di energia rinnovabile non venga utilizzato. In generale, le tecnologie di accumulo contribuiscono a



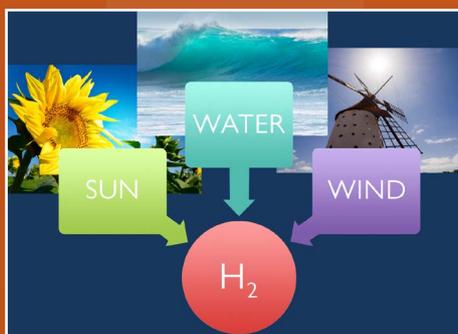
Generazione di energie rinnovabili.

migliorare l'efficienza complessiva del sistema energetico. Tuttavia, per effettuare questa transizione in applicazioni riguardanti la generazione distribuita, la rete elettrica e dei trasporti, le tecnologie di accumulo dell'energia (accumulo elettrochimico, conversione di energia elettrica in gas, accumulo termico, ecc.) devono essere economicamente competitive e caratterizzate da un sostanziale aumento di efficienza e durata rispetto allo stato dell'arte. La missione del gruppo di lavoro Foresight “Energy Storage” è quella di affrontare le sfide del settore energia e le questioni ambientali correlate, in particolare, l'identificazione e la definizione delle priorità per gli argomenti dei futuri programmi di ricerca.



Prototipo di cella a combustibile.

Il workshop di Foresight “Next Generation Energy Storage Technologies: Challenges and Opportunities (Taormina, Italy, 2-3 December 2015)” e il workshop esplorativo sui materiali STEM (Roma, 23-24 marzo 2017) hanno evidenziato la necessità di esplorare le sfide scientifiche e le prospettive di sviluppo a lungo termine nell'ambito di due tematiche di ricerca specifiche: “Gestione e valorizzazione dell'anidride carbonica” e “Generazione e utiliz-



Idrogeno come vettore di energia.

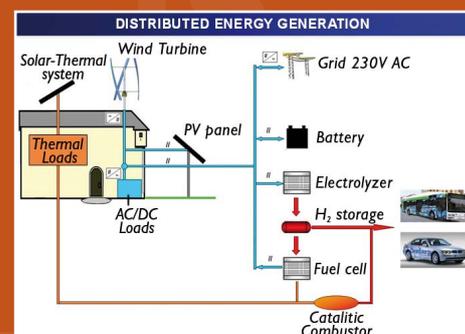
zo dell'idrogeno verde su larga scala”. Questi percorsi di ricerca si basano su due cicli di grande rilevanza per il futuro del sistema energetico:
 i) Un ciclo neutrale rispetto al carbonio che comporta la conversione delle emissioni di CO₂, da varie fonti, anche su scala distribuita, in un combustibile sostenibile, utilizzando l'eccesso di energia rinnovabile. In questo conte-

RISULTATI PRINCIPALI

sto, la CO₂ viene utilizzata come substrato per produrre metanolo, dimetil etere, syngas, etanolo ecc.
 ii) Un ciclo dell'idrogeno che comporta la produzione di idrogeno “verde” dall'acqua, utilizzando l'eccedenza di energia rinnovabile; in questo ciclo, l'acqua viene utilizzata come substrato per generare H₂ come vettore di energia su larga scala.



Batterie domestiche al litio per l'accumulo di energia.



Generazione distribuita di energia.



GDL ALIMENTAZIONE

“TECNOLOGIE CONVERGENTI per CIBO SANO e SOSTENIBILE”

FINALITA'

Nei prossimi decenni, la grande sfida nel settore alimentare sarà quella di utilizzare un nuovo approccio sostenibile che garantisca sicurezza alimentare e cibo sano ad una popolazione in costante crescita.

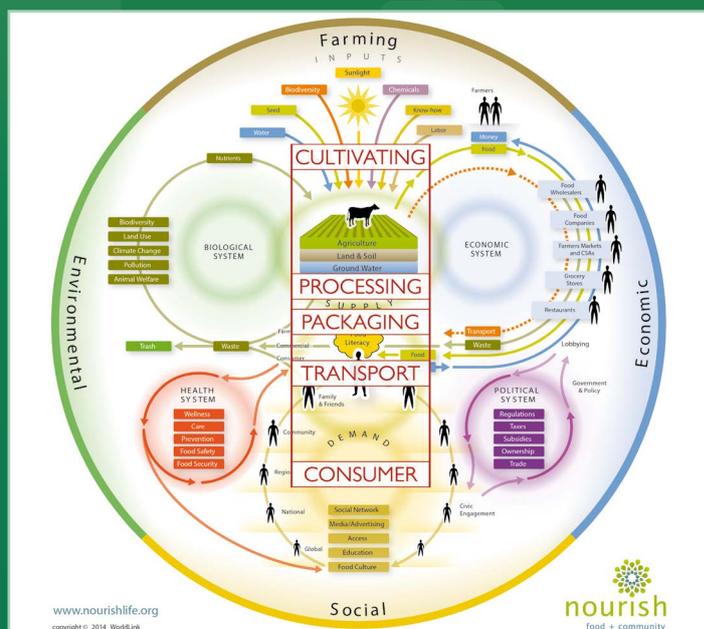
La malnutrizione è ancora presente in molte parti del mondo, con previsioni di peggioramento nei prossimi anni, in relazione ad una crescita demografica della popolazione mondiale. Tuttavia, è stato stimato che, connettendo la produzione e la qualità con i bisogni nutrizionali, ambientali e sociali, l'attuale capacità di produzione calorica potrebbe facilmente soddisfare la necessità di cibo nel 2050.

Gran parte della disparità tra produzione e bisogni è dovuta sia a un errato rapporto qualità/quantità sia alla separazione/distanza tra aree di necessità e aree di produzione. L'innovazione, sia di processo che tecnologica, ha la potenzialità di incrementare la produzione vicino alle aree di bisogno, sostenendo e valorizzando realtà locali (colture, clima, popolazione, cultura) secondo esigenze specifiche. In questo quadro, un'ulteriore sfida deriva dagli effetti del cambiamento climatico globale.

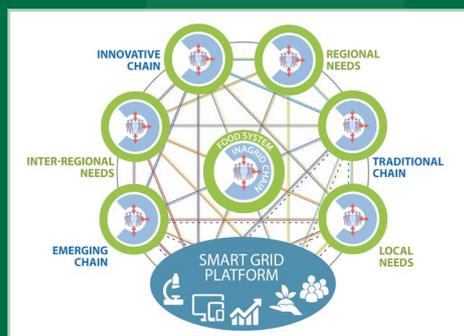
Per affrontare queste sfide sarà necessario considerare insieme sistemi e catene alimentari con un approccio interdisciplinare orientato al futuro.

A tal fine sono stati sviluppati, in collaborazione con un gruppo di esperti internazionali, i concetti di “SmartGrid for Food

Systems” e di “Diversified Adaptable Food”, che sostengono l'importanza della ricerca e dello sviluppo di tecnologie e processi per affrontare problemi comuni e collegare sistemi alimentari, al fine di evitare soluzioni individuali per ogni problema.



Una catena alimentare all'interno di un sistema alimentare



Sistemi alimentari connessi tramite SmartGrid

Nell'ambito del tema “Converging technologies for sustainable and healthy food” sono stati organizzati due workshop internazionali incentrati su “Diversified Adaptable Food” (maggio 2015) e “SmartGrid for Food Systems” (maggio 2017).

Esperti di rilevanza mondiale invitati ai workshop tra cui ricercatori, policy maker, stakeholder e rappresentanti di ONG, hanno raggiunto un consenso sui seguenti criteri: la disponibilità e la

varietà del cibo dovrebbero corrispondere alle esigenze nutrizionali, sociali ed economiche; l'uso delle risorse (suolo, acqua, energia, risorse genetiche, risorse umane) deve essere ottimizzato in termini di efficienza e sostenibilità; devono essere supportati gli ecosistemi agricoli e gli servizi ecosistemici; la priorità dovrebbe essere data alla qualità del cibo e non solo alla quantità.

Focalizzandosi sulle tecnologie esistenti ed emergenti, nonché sui processi innovativi, è necessario sviluppare una SmartGrid per: monitorare e valutare i dati salienti delle catene di distribuzione locali e regionali; collegare la produzione con le necessità attraverso reti di distribuzione a vari livelli; collegare i sistemi alimentari (nodi della rete SmartGrid) attraverso il monitoraggio e le previsioni delle reazioni a future condizioni climatiche, ambientali e socio-economiche; adattare i processi e le tecnologie di produzione alle risorse.

I risultati dei workshop sono stati pre-

sentati a diverse conferenze internazionali (v. foresight.cnr.it/working-groups/wg-food).

Stiamo pianificando un terzo workshop in collaborazione con il WG Salute, con l'obiettivo di individuare le lacune in termini di conoscenza del rapporto tra salute e alimentazione e le priorità nel campo delle innovazioni riguardanti le applicazioni tecnologiche. In collaborazione con Global Good Fund

ci concentreremo sulla nutrizione nei primi 100 giorni di vita. Questo rappresenta il periodo di maggior sviluppo, ma anche di maggior vulnerabilità e presenta opportunità eccezionali per l'impatto di una nutrizione ottimale.

Nutrizione ↔ Salute



GDL SALUTE

“VERSO la MEDICINA del FUTURO”

FINALITA'

I sistemi di assistenza sanitaria vedranno un cambiamento radicale nei prossimi anni con una transizione dall'attuale medicina “reattiva”, che cura la malattia solo dopo che si è manifestata, verso una medicina più predittiva e preventiva, con approcci terapeutici estremamente personalizzati, in grado di preservare la salute e promuovere il benessere dei singoli individui.

Attualmente gli approcci terapeutici si basano prevalentemente



mente su evidenze di trial clinici condotti su popolazioni di pazienti con analoga patologia ma con differente storia familiare, stile di vita e fattori di rischio (approccio “one size fits all”). Siamo quindi di fronte alla necessità di muoverci, oltrepassando i confini della medicina tradizionale, verso un nuovo “concetto medico” più predittivo, preventivo, personalizzato, partecipativo (4P) che consideri ogni singolo individuo in una visione olistica.

Quantificare lo stato di benessere di ogni individuo e demistificare la malattia è la grande sfida della medicina del futuro. Una medicina meno invasiva con approcci terapeutici disegnati sul singolo individuo potrà condurre verso una nuova visione ed azione di politica sanitaria più efficiente ed adeguata ai bisogni della popolazione, con costi sostenibili per l'individuo e per la società.

Con il supporto di esperti di varie discipline a livello nazionale e internazionale, il Gruppo di Lavoro (GdL) Salute ha come obiettivo quello d'individuare le necessità e le difficoltà, le strategie tecnologiche e le priorità volte ad affrontare le problematiche esistenti e future, di elaborare possibili scenari per lo sviluppo della medicina 4P e di definire una “roadmap” per la medicina innovativa del futuro basata sui bisogni individuali.

Dopo un primo workshop esplorativo su “Theranostics for Personalised Medicine”, che ha avuto come scopo quello di valutare l'impatto e le potenzialità delle tecnologie emergenti nel migliorare la qualità della vita e la tutela della



salute nel medio-lungo termine, è stato organizzato un secondo workshop face-to-face (F2F) su “Theranostics for P4-Medicine”. Grazie alla partecipazione di medici clinici, rappresentanti di

istituti di ricerca pubblici e private, decisori politici e utilizzatori finali, è stata definita una roadmap per una medicina del futuro, partendo dai bisogni individuali.

Gli esperti internazionali presenti hanno evidenziato il bisogno di creare “sistemi smart personalizzati”, capaci di effettuare contemporaneamente diagnosi e terapia (teranostici) e di comunicare/monitorare lo stato di salute del singolo individuo, i quali saranno la chiave di successo per la nuova Medicina 4P. E' stata inoltre sottolineata la necessità di ri-contestualizzare il concetto di “malattia”, che va considerata come una transizione da uno stato di equilibrio (salute) ad uno stato di disequilibrio, e di considerare l'eventuale influenza dei fattori ambientali (incluso l'esposoma) e degli stili di vita (inclusa l'alimentazione che può di per se modificare anche

RISULTATI PRINCIPALI



in maniera importante la biodiversità del microbiota) sullo stato di salute individuale.

E' inoltre emerso un forte collegamento con le priorità del GdL Alimentazione, evidenziando la necessità di valutare l'impatto di una alimentazione personalizzata sulla salute dei singoli individui.



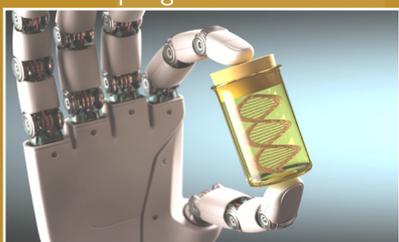
WG MATERIALS

“STEM MATERIALS¹”

FINALITA'

In natura, gli organismi viventi sono capaci di adattarsi a diverse condizioni ambientali e sono costituiti principalmente da un numero limitato di componenti primarie e legami chimici. I materiali sono invece molto raramente adattabili, e spesso richiedono un gran numero di componenti per raggiungere elevate prestazioni su determinate funzioni. In questo azzardato confronto tra organismi e materiali, anche l'approccio ai rispettivi cicli di vita differisce sostanzialmente, i primi rinnovandosi nella continua interazione con l'ambiente, gli ultimi invece cercando di rimanere inalterati.

Materiali progettati e strutturati in maniera tale da poter svolgere funzioni diverse e rispondere a situazioni ambientali diversificate, senza alcun dispositivo aggiuntivo, avrebbero un grande impatto nel sistema



socio-economico. Innovare i processi di fabbricazione attuali, come quella additiva, introducendo materiali in grado di funzionare come sensori ed attuatori, e adattarsi alle condizioni esterne per soddisfare diverse esigenze, è però ancora una sfida. Questi materiali dovrebbero essere costituiti da *unità primitive* o primarie, contenenti un numero minimo e sufficiente di componenti adatte a soddisfare una funzione, le cui *combinazioni* verrebbero selezionate per rispondere alle specifiche richieste di multi-funzionalità e adattabilità.



La missione del gruppo Materiali è quella di identificare le principali lacune della ricerca e le priorità da affrontare verso lo sviluppo di *Stem Materials*.



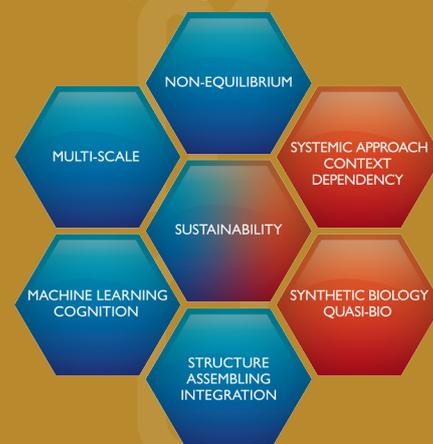
l'ambiente. I recenti e promettenti risultati nel campo delle simulazioni quantistiche e nelle scienze dei materiali hanno già permesso l'elaborazione di nuovi materiali Ad Hoc a partire da combinazioni di atomi e strutture, aprendo la strada anche verso l'identificazione di un “codice dei materiali”.

Dal momento che le recenti scoperte sembrano essere principalmente guidate da risultati sperimentali e/o per analogia con la natura, il gruppo affronterà diverse opzioni verso 1) un contesto teorico generale per le unità primitive, per identificare una sorta di ribosoma dei Materiali e le combinazioni al suo interno e/o 2) un contesto semi-empirico, mirato a soddisfare qualsiasi ri-

Una “macchina per materiali”, in grado di adattarsi alle condizioni ambientali e con elevata multi-funzionalità, esiste già in natura: la cellula organica. La “chemical synthetic biology”, intesa come progettazione e ingegneria di nuovi materiali quasi-biologici, sta fornendo risultati senza precedenti, senza però riuscire a identificare e comprendere le leggi che regolano eventuali cellule “minimali” e le loro interazioni con

RISULTATI PRINCIPALI

chiesta di funzionalità e prestazione dei materiali. A questo proposito, sono stati selezionati quegli aspetti ritenuti principali e su cui identificare le lacune della ricerca da affrontare (vedi figura).



¹L'aggettivo “stem”, comunemente attribuito alle cellule, si riferisce all'uso di unità primitive che, anche se non in grado di differenziarsi spontaneamente in diversi altri tipi, subiscono un processo di trasformazione volto a renderle capaci di adattarsi alle specifiche esigenze.



FINALITÀ

Le risorse naturali della Terra sono limitate, e alcune di esse - come l'acqua - controllano il destino degli esseri umani. Se l'acqua è scarsa, si possono manifestare siccità e carestie. Se l'acqua è eccessiva, si possono verificare frane e alluvioni. La qualità dell'acqua, inoltre, è cruciale per la salute e il benessere umano: l'inquinamento organico, chimico o radioattivo può rendere interi bacini idrici inadatti per l'uso potabile o agricolo. Per tutte queste ragioni, vi è ampio consenso che l'acqua rappresenti una risorsa critica dei prossimi decenni, la cui distribuzione e disponibilità è soggetta agli effetti dei cambiamenti globali. In particolare, l'aumento della



popolazione pone crescenti pressioni sulle risorse idriche naturali, inclusi gli acquiferi superficiali e profondi. Sono necessari nuovi e più efficienti sistemi di gestione e distri-

buzione, insieme a maggiori capacità di desalinizzazione dell'acqua di mare. Sono attualmente in corso importanti discussioni sulla gestione pubblica o privata dell'acqua (un tema che investe la nostra visione della società), sulle migliori strategie di trasferimento tec-



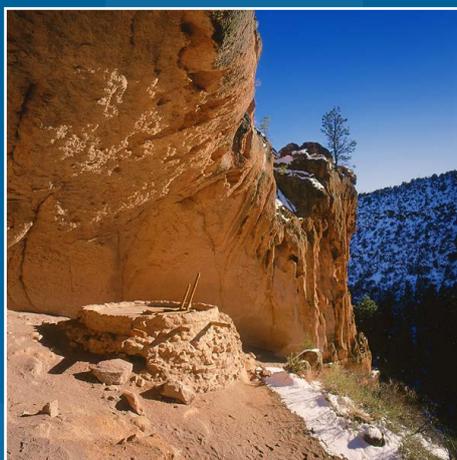
nologico alle nazioni in via di sviluppo e sul contrasto fra le necessità dei diversi gruppi di interesse. Centrale a qualunque attività di Foresight, il tema del futuro della qualità, quantità, disponibilità e gestione dell'acqua si dipana in un'arena complessa dove la scienza, la tecnologia, la politica ambientale e l'etica si incontrano e scontrano. E' compito degli scienziati proporre le migliori strategie per affrontare questi problemi, aiutando a costruire il futuro che vogliamo.

RISULTATI PRINCIPALI



Il tema della qualità e quantità dell'acqua è centrale a tutti i livelli politici e scientifici ed è incluso in un gran numero di progetti scientifici, tecnologici e gestionali europei e internazionali. Nell'ambito delle attività di Foresight seguiamo un approccio di lungo periodo, considerando il tema acqua nel

senso più ampio: dalle modifiche della precipitazione in seguito ai cambiamenti climatici e di uso del territorio,



all'inquinamento, agli effetti sul suolo e sugli ecosistemi, all'impatto sulle alluvioni o le siccità, all'identificazione delle migliori strategie di gestione e delle relative problematiche geopolitiche. Un workshop esplorativo si è tenuto a Pisa in aprile 2016, e ha portato alla scrittura di un rapporto e di una roadmap che fornirà le basi per l'organizzazione di un "face to face workshop" sulle questioni più rilevanti legate all'acqua.



