Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU
Ministero dell'Università e della Ricerca
Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
ICSC Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data and Quantum Computing

REPORT

TERRA E CLIMA

OS
Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo

Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data and Quantum Computing

Osserv-azioni su...

CAMBIAMENTI CLIMATICI ED EVENTI ESTREMI

Tendenze e applicazioni del Supercalcolo, Big Data e Quantum Computing

Marzo 2025

Indice

Indice 2

Introduzione 3

La sfida del cambiamento climatico 4

A che punto siamo in Europa? 6

A che punto siamo in Italia? 8

AI, Supercalcolo e Big Data al servizio del clima: quali applicazioni? 11

SEEDS: valutazione dell'erosione del suolo tramite soluzioni Data-driven 12

AIMS: modello predittivo per il monitoraggio del rischio idrogeologico 13

E.T. Complex: un gemello digitale per la riduzione di CO2 14

Forestry Analyzer: Intelligenza Artificiale contro la deforestazione 15

gAIa: AI e dati satellitari per migliorare la qualità dell'aria 16

Droni e Big Data per tracciare le isole di calore 17

Prevedere le alluvioni con SaferPlaces 19

GrowGreen: partnership per dare spazio alla natura nelle aree urbane 20

Meteo e Machine Learning: AI-GCM 21

IT-Water: Supercalcolo e siccità 22

Prevedere gli eventi estremi con Eoliann 23

Latitudo40: Ai per la resilienza al cambiamento climatico 24

Climate Risk Analysis Suite: quantificare gli impatti del cambiamento climatico con i Big Data 25

European Extreme Events Climate Index - E³CI 26

Un gemello digitale per ridurre le emissioni: CO2 ADSORBENT 27

Servizi climatici per la mitigazione dei rischi e l'adattamento 28

Soil erosion in Italy: dataset e applicazioni per ridurre l'erosione del suolo dovuto alle piogge . 29

Le tecnologie abilitanti per la sfida del cambiamento climatico ed eventi estremi nel Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing 30

Digital Twin per la transizione energetica: la piattaforma COMET 32

gAIa - Green AI Application: ridurre l'impatto ambientale dell'AI 33

Mitigare l'effetto dello sversamento di idrocarburi negli ambienti marini grazie al supercalcolo: il progetto OSM 34

Monitoraggio dei rischi naturali dallo spazio: il progetto HAMMON 35

Gemelli digitali per la gestione degli eventi estremi: il progetto DIRECT 37

RETE: infrastrutture resistenti al clima che cambia 39

Ridurre le emissioni della mobilità marittima: il progetto AIFEMO 40

Megatrend e segnali deboli collegati alle sfide del cambiamento climatico 41

I cambiamenti climatici in ambito urbano: il paradigma delle città spugna 41

L'attenzione ai cambiamenti climatici e all'ambiente in ambito finanziario: il modello di finanza sostenibile 42

Le tecnologie emergenti per la transizione energetica 43

Cambiamento climatico e agricoltura 44

Bibliografia 46

Introduzione

Il cambiamento climatico e le sue manifestazioni più disastrose sono uno dei temi più discussi e preoccupanti a livello globale. Nell'ultimo decennio si è identificato in strumenti quali il supercalcolo, l'analisi dei Big Data e il quantum computing un potente alleato al monitoraggio, alla mitigazione, all'adattamento e alla previsione dei sempre più frequenti eventi estremi come alluvioni, frane e siccità che si manifestano a livello globale.

In questo report analizziamo le misure e le iniziative prese in Europa e poi in Italia.

Presentiamo poi degli use case che mostrano progetti di innovazione accumunati dalla loro volontà di portare un impatto positivo su uno dei molteplici aspetti della lotta al cambiamento climatico. Questi progetti offrono una visione concreta sull'adozione delle tecnologie avanzate in diversi contesti aziendali e istituzionali italiani.

La seconda metà del report si concentra sui progetti della Fondazione ICSC dedicati al cambiamento climatico e agli eventi estremi.

Infine, mostriamo trend e scenari futuri, che delineano le prospettive a lungo termine, evidenziando i principali sviluppi tecnologici, economici e normativi attesi.



Eleonora Barelli
Eleonora.barelli@ifabfoundation.org



Eleonora Ocello
Eleonora.ocello@ifabfoundation.org



Ethel Gallo
Ethel.gallo@ifabfoundation.org



Giada Sechi
Giada.sechi@studio.unibo.it

La sfida del cambiamento climatico

Il cambiamento climatico si attesta come una delle sfide transnazionali preponderanti del 21esimo secolo, i cui impatti si manifestano in modalità sempre più evidenti e disastrose.

Più in dettaglio, l'UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*, con il termine cambiamento climatico si riferisce a un cambiamento del clima, attribuibile direttamente o indirettamente all'attività umana, che altera la composizione dell'atmosfera globale e che si somma alla variabilità climatica naturale osservata nel corso di periodi di tempo comparabili, mentre gli effetti avversi che ne conseguono si categorizzano come cambiamenti fisici nell'ambiente, causa di effetti deleteri sulla composizione, la resilienza o la produttività di ecosistemi naturali, sull'operatività dei sistemi socio-economici e sul welfare e sulla salute umana.

L'evidenza scientifica dimostra che le attività antropiche, in particolare la produzione industriale e le attività agricole, impiegano una grande quantità di combustibili fossili, responsabili delle emissioni di gas serra (GHG) nell'atmosfera, le quali contengono enormi quantità di CO_2, a loro volta causa del rapido innalzamento delle temperature terrestri. Secondo l'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) l'estate del 2023 risulta la più calda mai registrata a livello globale, confermando un continuo trend di innalzamento della temperatura rispetto ai livelli preindustriali.

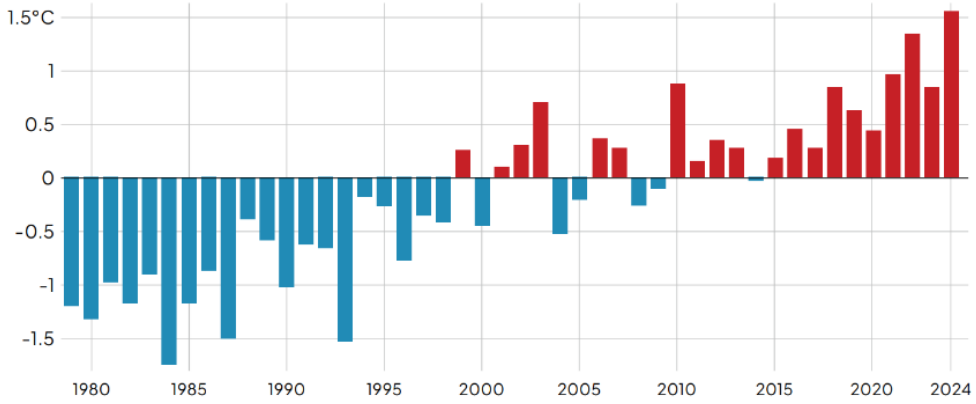


Figura 1: Andamento della temperatura media dell'aria superficiale in Europa nei mesi estivi per il periodo 1979-2024 (Credits: C3S/ECMWF)

Come conseguenza di questo surriscaldamento globale, eventi disastrosi come alluvioni, siccità, frane e ondate di calore si presentano sempre più frequentemente e con intensità maggiore, non solo sul territorio italiano ed europeo, ma sono oramai un pericolo a livello globale. Questi eventi estremi hanno conseguenze dannose non solo sull'integrità e la resilienza degli ecosistemi, minacciando la biodiversità e la salute e sicurezza umana, ma rappresentano anche un gravoso costo economico e sociale, impattando direttamente e indirettamente sulle attività industriali e sullo sviluppo economico.

In questo contesto, la maggior parte dei governi mondiali ha raggiunto accordi per organizzare uno sforzo comune, volto a ridurre le emissioni di gas serra e ad

attuare misure di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico. La realizzazione di una vera e propria transizione verde non risulta possibile se questa non viene sostenuta di pari passo ad alla transizione digitale, mettendo a servizio di questa sfida nuove tecnologie come il supercalcolo (HPC), l'analisi dei Big Data e il quantum computing, che favoriscono il monitoraggio della terra e dei suoi ambienti, la costruzione di piattaforme come gemelli digitali per la simulazione delle misure di contrasto e la previsione accurata di fenomeni estremi.

Nell'ottica della lotta al cambiamento climatico risultano utili strumenti come lo European Extreme Events Climate Index (E3CI), un indice che vuole aumentare la consapevolezza circa la dinamicità e l'evoluzione rapida e dirompente di questi fenomeni atmosferici grazie all'analisi, la quantificazione e il monitoraggio nel tempo degli eventi meteorologici estremi. Il progetto nasce dalla collaborazione fra la Fondazione IFAB, la Fondazione CMCC e Leithà UnipolSai.

All'interno di questa sfida c'è quindi spazio per enti pubblici e privati per sviluppare nuove iniziative e progetti che, oltre al primo obiettivo di contrasto al cambiamento climatico, apportino una spinta positiva all'innovazione del settore digitale e al settore economico.

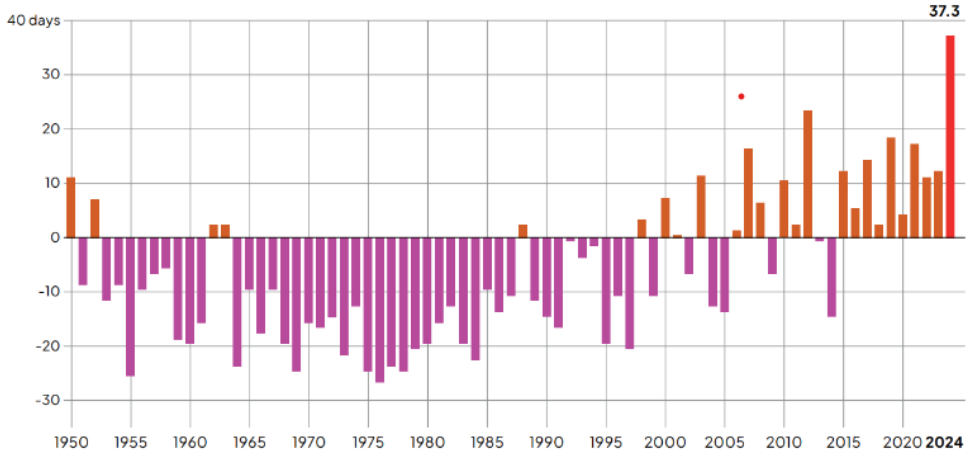


Figura 2: Numeri di giorni estivi colpiti da temperature massime anomale (massimo giornaliero superiore a 32 °) nell'Europa sudorientale dal 1950 a oggi (Credits: C3S/ECMWF)

A che punto siamo in Europa?

L'Unione Europea ha fatto della lotta al cambiamento climatico uno dei suoi principali obiettivi, promuovendo progetti e convenzioni sia a livello sovranazionale, sia incentivando l'iniziativa da parte dei singoli Stati. In particolare, la Commissione Europea ha adottato la Strategia di Adattamento dell'UE, che delinea una visione a lungo termine per rendere l'UE resiliente ai cambiamenti climatici entro il 2050. In questo ambito esistono principalmente due tipi di approcci distinti ma complementari che è possibile attuare:

- la mitigazione del cambiamento climatico: ovvero la messa in atto procedure volte a ridurre l'emissione di CO2 per diminuire la velocità di innalzamento delle temperature
- l'adattamento al cambiamento climatico: ovvero la messa in atto azioni per limitare gli effetti più disastrosi, ad esempio cercare di prevenire e prevedere eventi atmosferici estremi, alluvioni, frane e tutti gli altri rischi climatici

Combinando questi approcci e grazie alle strategie adottate, l'UE ha superando il target di riduzione delle emissioni del 20% che era previsto entro il 2020, riducendo le emissioni totali di un terzo in confronto agli anni '90. Per continuare sull'onda di questo virtuosismo, l'UE, supportata dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), ha adottato il Green Deal Europeo, che assorbe un terzo dei fondi del *NextGenerationEU Recovery Plan*, e si pone come obiettivo finale di azzerare le emissioni di gas serra sul territorio europeo entro il 2050, riducendole almeno del 55% entro il 2030. Questo obiettivo è reso legalmente vincolante dalla European Climate Law, contenuta all'interno del Green Deal stesso.

L'UE riconosce inoltre la crucialità del supercalcolo, dell'Intelligenza Artificiale e dei Big Data e del quantum computing, tecnologie già promosse all'interno del Green Deal, nell'attuazione di programmi efficaci.

A questo proposito la Commissione Europa gestisce il Copernicus Climate Change Service (C3S), un servizio in grado di fornire informazioni autorevoli, passate, presenti e future, sullo stato del clima sulla Terra, in modo da mettere a disposizione dei policymakers più strumenti possibili per approvare decisioni e regolamentazioni green, come la pubblicazione annuale dell'*European State of the Climate*., un report che contiene indicatori chiave sul cambiamento climatico.

C3S fa parte dei sei servizi di informazione tematica forniti dal *Copernicus Earth Observation Programme* un'iniziativa parte del programma spaziale dell'Unione Europea che attraverso avanzate tecnologie satellitari e raccolte di dati in-situ, permette di monitorare l'ambiente e i cambiamenti climatici.

Più nello specifico, il C3S, non solo pubblica mensilmente bollettini aggiornati sui più recenti eventi atmosferici, ma all'interno del proprio Climate Data Store mette inoltre a libera disposizione una vasta gamma di dataset climatici accoppiati ai tool necessari per l'analisi dei Big Data, al fine di produrre predizioni accurate sui dei potenziali impatti a breve e lungo termine del cambiamento climatico e delle sue manifestazioni più estreme.

Tra le varie iniziative dell'UE spicca anche Horizon Europe (HE), programma a gestione diretta della Commissione Europea per la ricerca e l'innovazione nel periodo 2021-2027 che, su una dotazione finanziaria complessiva di 95,5 miliardi, stanzia 15,1 miliardi a finanziamento di progetti di innovazione e di ricerca nell'ambito del *Cluster 5: Climate, Energy and Mobility,* da sommare ai 9 miliardi messi a disposizione delle proposte presentate nell'ambito del *Cluster 6: Food, Bioeconomy, Natural Resources, Agriculture & Environment.*

Horizon Europe ha quindi come obiettivo quello di realizzare le priorità strategiche dell'Unione contribuendo a fronteggiare le sfide globali del presente, enunciate dagli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e dall'Accordo di Parigi sul clima. Il programma si rivolge principalmente a università, centri di ricerca, associazioni, pubbliche amministrazioni, ma è incoraggiata anche la partecipazione di piccole e medie imprese ad alto valore tecnologico.

.

A che punto siamo in Italia?

In Italia non solo sono presenti iniziative e convenzioni nate dall'adesione alle linee guida e ai programmi volti all'adattamento e alla mitigazione dei cambiamenti climatici dell'Unione Europea, ma sono presenti numerosi enti, istituti e centri di ricerca che mettono al centro proprio queste tematiche.

Primo fra tutti il Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), principale ente governativo italiano a occuparsi di politiche ambientali e responsabile della strategia nazionale per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Il MASE coordina le azioni nazionali in materia di ambiente, energia e rifiuti, rivestendo un ruolo centrale nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC), che definisce le politiche italiane per il raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione ed efficienza e sicurezza energetica.

Accanto al MASE si colloca l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) che si occupa di progetti di monitoraggio delle emissioni e valutazioni di rischio ambientale, producendo dati, report e studi sul cambiamento climatico e sviluppando modelli e software per l'adattamento ai fenomeni estremi.

Nel panorama nazionale spicca anche ENEA, l'Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile, che si occupa principalmente di innovazione tecnologica e sostenibilità, con un occhio di riguardo per la transizione energetica, la gestione dei rifiuti e la gestione delle emissioni dei gas serra.

Il Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) è un centro di ricerca internazionale che studia l'interazione tra cambiamenti climatici e società, al cui interno interagiscono tre istituti di ricerca quali*: l'Institute for Earth System Predictions* (IESP), *l'Institute for Climate Resilience* (ICR) e *l'European Institute on Economics and the Environment* (EIEE), al fine di garantire un approccio multidisciplinare alla ricerca. Il CMCC è inoltre degno di nota poiché ha al suo servizio un High Performance Computing Center (HPCC) attivo a lecce dal 2008, dedicato interamente allo studio dei cambiamenti climatici e del loro impatto sulla società e sui sistemi economici.

All'interno dei finanziamenti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) sono stati anche previsti una serie di partenariati estesi con lo scopo di facilitare la realizzazione di progetti strategici in vari settori, tra cui anche la lotta al cambiamento climatico e la transizione ecologica in linea con la Missione 2 del PNRR, per cui sono stati stanziati il 28,56% dei fondi totali.

Tra i progetti sviluppati nel quadro dei partenariati estesi si possono citare gli Spoke promossi dalla fondazione Return, che hanno come oggetto la gestione dell'acqua, il rischio idrogeologico, il degrado ambientale e il risk management per le infrastrutture critiche o lo Spoke 9 di FAIR - Future Artificial Intelligence Resecarci, che si concentra invece sulla promozione di una AI generativa sostenibile by design per ridurre l'impatto del sempre più pervasivo utilizzo dell'intelligenza artificiale sulle emissioni di CO_2.

Dagli Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano

Nell'ambito del convegno dell'Osservatorio Digital&Sustainable - Digitale e Sostenibilità: lo spazio della responsabilità e dell'innovazione, promosso dalla School of Management del Politecnico di Milano con la collaborazione di Assolombarda, sono stati presentati i risultati della Ricerca 2024, che esplora la relazione bidirezionale tra innovazione digitale e sostenibilità, con particolare attenzione ai settori ambientale, sociale e di governance.

Nella Ricerca 2024 è stato indagato come il digitale possa rappresentare un'opportunità o un rischio per la sostenibilità aziendale, cercando di classificare quali obiettivi di sviluppo sostenibile e quali elementi di contesto possono orientare l'utilizzo delle nuove tecnologie. Lo sviluppo sostenibile dovrebbe infatti essere percepito come prospettiva strategica innervata nella ragion d'essere dell'impresa, la quale deve accettare gli inevitabili trade-off tra profitto e responsabilità sociale, tenendo conto del contesto culturale europeo in cui è radicato un profondo significato di sostenibilità

La presa di coscienza dell'UE riguardo l'urgenza di un cambiamento si riflette nell'evoluzione dell'attività della Commissione Europea, che nel decennio 2014-2024 ha incrementato le iniziative legislative nella sfera digitale e sostenibile, rendendole sempre più complementari tra loro ed evidenziando la trasversalità di questi ambiti. Questa spinta ha anche portato un cambiamento nel concetto di sostenibilità: da un approccio reattivo si è infatti passati ad uno proattivo,

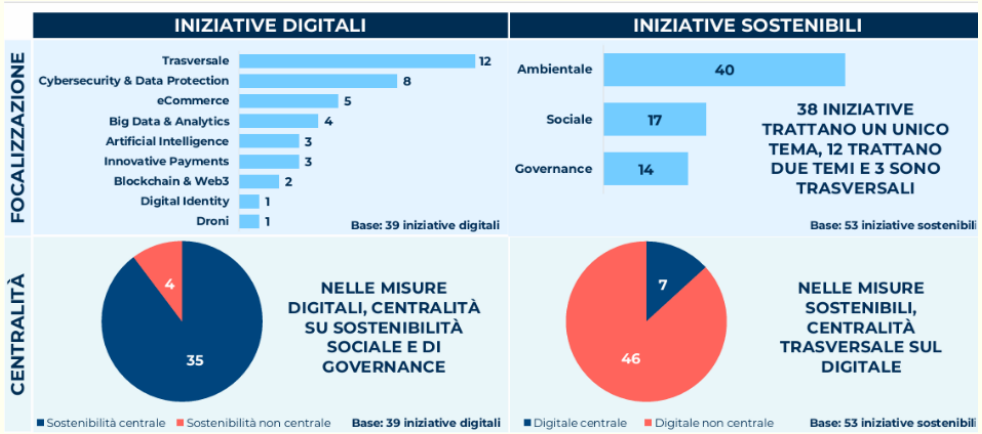


Figura 3: Attività della Commissione europea: iniziative digitali vs sostenibili (credits: Osservatorio Digital&Sustainable 2024, politecnico di Milano – www.osservatori.net)

spostando il focus dal profitto all'impatto.

I nuovi trend digitali offrono quindi un fondamentale contributo nell'affrontare le sfide globali di sostenibilità, mentre quest'ultima svolge un ruolo altrettanto fondamentale nel guidare la trasformazione digitale di enti e imprese. Un esempio concreto di questa complementarità può essere il progetto Smart Waste Management sviluppato da IBM e gruppo Hera che, per ottimizzare la gestione dei rifiuti e promuovere tecniche di economia circolare che favoriscano il riciclo, si è servito di tag e sensori per i cassonetti, sistemi intelligenti installati sui mezzi di raccolta e ha fornito gli operatori di dispositivi mobili, utilizzando anche l'analisi dei Big Data per conoscere in modo preciso le caratteristiche del carico in arrivo

al centro di smistamento, impiegando tecnologie come cloud computing e data center per l'elaborazione e l'archiviazione dei dati raccolti sul campo.

Da questo esempio si evince chiaramente come la tecnologia rappresenti non solo uno strumento per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità, ma anche un mezzo per migliorare le condizioni di lavoro, generando sempre maggiori opportunità, abilitando un circolo virtuoso di trasformazione incrementale orientata alla sostenibilità.

All'interno della Ricerca 2024 è stata poi condotta un'analisi del livello di maturità digitale e di propensione alla sostenibilità delle aziende italiane, dove sono stati presi come oggetto d'analisi gli investimenti, i progetti, la struttura organizzativa,



Figura 4: Innovazione digitale e sostenibilità: il punto di vista delle grandi imprese e delle PMI (credits: Osservatorio Digital&Sustainable 2024, politecnico di Milano – www.osservatori.net)

le collaborazioni esterne e le barriere all'innovazione su un campione di 81 grandi imprese e 568 piccole e medie imprese.

Da questo studio è emerso che la dimensione aziendale influisce in modo rilevante non solo sulla possibilità di investimento, ma anche sullo sviluppo di consapevolezza e sensibilità sulle opportunità e sui rischi della relazione tra innovazione digitale e sostenibilità. Per le PMI il rapporto tra questi due ambiti rappresenta ancora un mondo inesplorato, principalmente a causa dei costi di realizzazione e per mancanza di informazione su opportunità e benefici, mentre le grandi imprese, pur investendo in questi ambiti in modo parziale, mancano di una visione d'insieme per sfruttare al meglio la sinergia tra innovazione digitale e sostenibilità. La mancanza di una visione d'insieme è inoltre confermata dalla scarsa presenza riscontrata del *Digital Sustainability Officer* nelle grandi aziende, dove i responsabili alla sostenibilità sono sottorappresentati rispetto ai responsabili digitali. Questo squilibrio è ancora più lampante se si osservano le PMI: il 63% di queste non è dotata di un responsabile sostenibilità e non lo ritiene necessario, percentuale che si estende al 71% quando si prende in considerazione la figura del *Digital Sustainability Officer*.

Il rapporto evidenzia inoltre che sia le grandi imprese che le PMI investono in sostenibilità principalmente in risposta a pressioni reputazionali e per motivi legati all'immagine aziendale, oppure per adeguarsi alle normative vigenti, a riprova della loro poca conoscenza del potenziale di questo settore come motore di innovazione digitale, né delle opportunità che offre per migliorare le condizioni di lavoro e incrementare la produttività.

AI, Supercalcolo e Big Data al servizio del clima: quali applicazioni?

La lotta ai cambiamenti climatici tocca ambiti vari e diversi fra loro: dalla previsione degli eventi atmosferici anomali alla riduzione delle emissioni di CO2, dal monitoraggio degli ecosistemi alla messa in sicurezza delle infrastrutture critiche, dalla pianificazione del verde urbano alla creazione di indici specializzati e così via.

Con riferimento a tutti questi ambiti molte aziende, enti, istituti di ricerca e università hanno deciso di utilizzare le più accurate tecnologie e strumenti digitali per creare piattaforme, gemelli digitali, startup o progetti per metterli a servizio dei policy makers, dei ricercatori, del settore dell'industria o anche dell'intera comunità con il fine ultimo di limitare gli effetti del cambiamento climatico sull'ambiente, sulla società e sull'economia.

Abbiamo mappato alcuni esempi virtuosi di realtà, piccole e grandi, che utilizzano le nuove tecnologie (Big Data, Supercalcolo, Intelligenza Artificiale) nell'ambito del cambiamento climatico ed eventi estremi.

Nei paragrafi seguenti, presentiamo alcuni casi d'uso, evidenziando:

- abstract del progetto;
- benefici attesi e/o obiettivi del progetto;
- tecnologia utilizzata nel progetto.

Per condividere nuovi casi d'uso, si può compilare il form al seguente link: https://forms.office.com/e/6ZNCp04rUW .

SEEDS: valutazione dell'erosione del suolo tramite soluzioni Data-driven

Il progetto SEEDS vuole migliorare il modello attualmente più diffuso per la stima e la previsione del fenomeno dell'erosione del suolo dovuta alle precipitazioni, con un livello di dettaglio spazio-temporale incredibilmente accurato grazie all'applicazione di algoritmi di Big Data Analytics e Machine Learning. Il modello sfrutterà principalmente i dati forniti da diversi servizi Copernicus, generando stime ad alta risoluzione spaziale e temporale dei vari fattori che influenzano l'erosione del suolo. La combinazione di tali fattori, per mezzo di un modello largamente consolidato in letteratura, permetterà di quantificare la perdita potenziale di suolo per due aree di interesse: il bacino dell'Idice in Emilia-Romagna e la costiera Amalfitana.

L'adozione di questa tecnologia consente a vari stakeholders di accedere a dati aggiornati sull'erosione del suolo e di adottare misure preventive più efficaci. L'erosione del suolo è infatti un problema ambientale di rilevanza globale in un rapporto di co-evoluzione con il cambiamento climatico, il quale può influire sul tipo di vegetazione o sull'uso antropico di un determinato territorio, aumentando o riducendo il rischio di erosione. Gli agricoltori possono quindi utilizzare queste informazioni per ottimizzare le pratiche colturali riducendo l'impatto sull'ambiente, i pianificatori territoriali possono individuare i luoghi più sicuri in cui costruire infrastrutture e pianificare un uso del suolo che minimizzi l'erosione, infine i decisori politici possono sviluppare normative basate su dati concreti per la conservazione del suolo.

Il progetto utilizza approcci innovativi volti a migliorare le stime di erosione partendo dall' ampiamente consolidato approccio *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE) e integrandolo con modelli predittivi che combinano i dati *in situ* con i dati in tempo reale forniti dai servizi Copernicus come immagini satellitari e stime di precipitazione.

INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

MEEO

[Soil Erosion Evaluation through Data-driven Solutions - IFAB International Foundation]

AIMS: modello predittivo per il monitoraggio del rischio idrogeologico

Nell'ambito del programma Interreg IPA ADRION Programme, l'Università Politecnica delle Marche vuole sviluppare modello di previsione precoce basato sull'intelligenza artificiale e sui Big Data, testato e convalidato nella regione Adriatico-Ionica, per ridurre i rischi idrogeologici legati al cambiamento climatico. L'approccio transnazionale consentirà ai partner di influenzare le politiche, le normative e i quadri normativi a livello regionale, nazionale e persino europeo.

Tra gli obiettivi di AIMS si riscontra la necessità di sviluppare una visione comune delle minacce legate alle frane nella regione ADRION, promuovendo la condivisione dei dati raccolti e della loro analisi tra i paesi colpiti dagli eventi estremi, in modo da poter aggiornare i database storici sugli eventi franosi della macroregione.

Il progetto si basa quindi su strumenti di intelligenza artificiale e analisi di Big Data per la progettazione di modelli predittivi più precisi che mettano in luce il legame tra fenomeni franosi e il cambiamento climatico. Il progetto prevede tre principali attività: l'identificazione delle tecnologie adatte per modelli predittivi efficaci, lo sviluppo di un meccanismo di previsione precoce e l'attivazione di processi di capacity building per l'adozione di un sistema di monitoraggio e previsione precoce basato su Intelligenza Artificiale.

E.T. Complex: un gemello digitale per la riduzione di CO2

E.T. CompleX sviluppa una piattaforma Digital Twin avanzata a partire dal sistema urbano degli edifici del Tecnopolo CNR di Bologna e delle sue aree verdi. L'obiettivo del progetto è raggiungere la "carbon neutrality a km zero" all'interno di quel sistema, analizzando le emissioni di CO2 generate dalle attività antropiche e stimando la quantità di alberi necessari per compensare tali emissioni. La piattaforma ambisce a diventare un modello applicabile ad altri sistemi urbani, come ospedali, aree portuali e campus.

L'obiettivo più esteso dell'iniziativa è il raggiungimento della "Carbon Neutrality a km zero", quantificando le emissioni di CO2 del sistema analizzato e determinando quanti alberi sono necessari per assorbire tali emissioni. La piattaforma permetterà anche il monitoraggio e la pianificazione di messa in sicurezza o sostituzione del verde urbano, contribuendo proattivamente alla lotta contro il cambiamento climatico.

Il progetto utilizza un gemello digitale che integra dati in tempo reale e sistemi predittivi, consultabile in cloud sotto forma di rappresentazione virtuale dettagliata e che consentirà di monitorare in tempo reale e di simulare interventi per la riduzione delle emissioni di CO2, utilizzando algoritmi di machine learning per analizzare i dati e identificare pattern e tendenze.

IFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

MISTER SMART INNOVATION

lookin

E.T. Complex - IFAB International Foundation

Forestry Analyzer: Intelligenza Artificiale contro la deforestazione

Forestry Analyzer è uno strumento promosso da IFAB capace di utilizzare algoritmi basati sui servizi di monitoraggio del territorio Copernicus dell'Unione Europea per fornire misurazioni precise delle emissioni derivanti dalla deforestazione e dal degrado forestale, offrendo modelli predittivi per stimare l'impatto futuro della deforestazione e incentivando gli interventi di conservazione e riforestazione.

Il progetto nasce in risposta alla necessità di contenere i fenomeni di deforestazione, portatori comprovati di un impatto negativo sul cambiamento climatico, sui cicli biogeochimici globali e sulla perdita di biodiversità. Secondo le stime dell'IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change i processi di degrado forestale sono infatti responsabili del 20% di tutte le emissioni antropiche di gas serra (GHG). L'obiettivo finale del progetto è quindi quello di fornire un elemento di supporto alle aziende per l'adozione e l'avvio di "processi verdi" per combattere in modo concreto la deforestazione.

Per raggiungere questo obiettivo Forestry Analyzer impiega algoritmi che si basano sui "Copernicus Land Monitoring Services", indicatori sintetici che l'Unione Europea mette a disposizione del mondo scientifico, in grado di fornire informazioni sullo stato di salute del pianeta sulla base di osservazioni satellitari e altri dati provenienti da fonti primarie.

IFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

HESPLORA

[Forestry Analyzer - IFAB International Foundation]

gAIa: AI e dati satellitari per migliorare la qualità dell'aria

gAIa: Green Area Integrated Aid è un'iniziativa promossa da IFAB che migliora la qualità dell'aria nelle città attraverso una gestione ottimizzata del verde urbano. Utilizzando tecnologie come l'Intelligenza Artificiale e l'analisi di dati satellitari, gAIa svilupperà un sistema avanzato per aiutare le amministrazioni a progettare e gestire aree verdi più efficienti nel purificare l'aria.

L'obiettivo del progetto è quello di sviluppare un approccio scalabile per l'analisi dei dati relativi agli spazi verdi urbani e alla loro gestione. Il cambiamento climatico è infatti tra i fenomeni responsabili degli elevati livelli di CO_2 riscontrati nelle aree urbane e una gestione più efficienti del verde urbano permetterà un approccio più informato e responsabile verso il monitoraggio della qualità dell'aria. Il progetto promette la realizzazione di benefici significativi, a partire dal miglioramento della qualità dell'aria, che avrà un impatto diretto sulla salute pubblica riducendo l'esposizione agli inquinanti e di conseguenza riducendo l'accesso e sgravando il sistema sanitario pubblico.

Il progetto va quindi a sopperire la mancanza di uno strumento decisionale che eviti la gestione inefficiente del verde urbano e il suo impatto subottimale sulla qualità dell'aria e sulla salute pubblica, andando a mettere a disposizione delle amministrazioni un Sistema di Supporto Decisionale avanzato che integra dati multi-temporali e puntuali di carattere ambientale, gestionale, meteorologico e sanitario. Questo sistema utilizzerà tecnologie come l'Intelligenza Artificiale, l'analisi di Big Data, dati satellitari multi-temporali e rilievi con laser scanner SLAM per ottimizzare la progettazione e la gestione delle aree verdi urbane, massimizzando il servizio ecosistemico di mitigazione degli inquinanti.

IFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

cns CONSORZIO NAZIONALE SERVIZI

SCS CONSULTING
make your future happen

corintea

gAIa: Green Area Integrated Aid - IFAB International Foundation

Droni e Big Data per tracciare le isole di calore

Con il progetto "Droni per tracciare le isole di calore" la città di Weinz (Austria), in collaborazione con Weiz-Gleisdorf Energy Region il W .EI Z. innovation center, ha creato un modello 3D interattivo della citcittà per simulazione di misure concrete di adattamento al cambiamento climatico.

Il progetto nasce in risposta all'impatto notevole del riscaldamento globale sulle aree urbane: l'aumento delle temperature e le ondate di calore, unite ad elevati livelli di densità durante i mesi estivi stanno sempre più favorendo la creazione di pericolose isole di calore. Le isole di calore sono fenomeni che si verificano quando la temperatura di una determinata area urbana è significativamente più alta rispetto alle zone rurali circostanti, a causa dell'assorbimento e rilascio del calore da parte delle infrastrutture in asfalto e cemento. Con temperature spesso critiche, le isole di calore non solo possono incidere negativamente sulla qualità della vita negli spazi pubblici, ma possono anche avere gravi effetti sulla salute dei cittadini.

Il progetto è stato avviato nell'ambito del programma di adattamento al cambiamento climatico della regione energetica Weiz-Gleisdorf (KLAR!) e utilizza una base dati raccolti a partire dal volo sull'area cittadina da parte di un drone dotato di speciali termocamere e fotocamere multispettrali. I dati raccolti vengono successivamente analizzati e trasferiti nel modello 3D della città. Il modello non solo mostra graficamente le isole di calore, ma rende possibile prevedere quali effetti di raffreddamento possono avere specifiche misure di ristrutturazione o di implementazione del verde urbano e in quali aree della città questa riqualificazione può avere il miglior impatto possibile.

Un gemello digitale per gestire il ciclo dell'acqua

L'Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica del Consiglio nazionale delle ricerche ha contribuito allo sviluppo di un modello virtuale del ciclo dell'acqua sulla Terra: servirà a ottimizzare la gestione delle risorse idriche e la mitigazione dei disastri naturali legati all'acqua. Questa piattaforma è stata realizzata nell'ambito del progetto "Digital Twin Earth Hydrology" e finanziata dall'Agenzia spaziale europea.

Con l'avanzare della crisi climatica e l'aumento dell'impatto umano sul ciclo dell'acqua, diventa di fondamentale importanza poter disporre di strumenti di simulazione avanzati: l'obiettivo del progetto è infatti la messa a disposizione di uno strumento per ottimizzare la gestione delle risorse idriche e favorire quindi la mitigazione dei disastri naturali legati all'acqua. La piattaforma rappresenta un modello virtuale che replica il ciclo dell'acqua sulla Terra integrando osservazioni satellitari ad alta risoluzione e al momento si concentra su un caso di studio specifico, il ciclo dell'acqua terrestre nel bacino del Mediterraneo, e verrà esteso all'intera Europa e l'Africa nei prossimi due anni.

Per la realizzazione del gemello digitale sono state utilizzate enormi quantità di dati satellitari che combinano varie informazioni di osservazione della Terra, che spaziano dall'umidità del suolo alle precipitazioni, dall'evaporazione alla portata dei fiumi e alla profondità della neve. Questi dati sono poi stati utilizzati per implementare una piattaforma basata su cloud, che può essere liberamente utilizzata per simulazioni e visualizzazioni, permettendo di mappare rischi e gestire al meglio le risorse idriche.

DTE Hydrology – Digital Twin Earth Hydrology Next

Prevedere le alluvioni con SaferPlaces

SaferPlaces è una piattaforma Digital Twin SaaS di Flood Risk Intelligence, che fornisce informazioni cruciali sul rischio di allagamento in breve tempo, a basso costo e fornendo risultati ad alta risoluzione con copertura globale.

La piattaforma è operativa dal 2018 e rappresenta un prezioso strumento per la previsione dei fenomeni alluvionali che si verificano sempre più frequentemente sul territorio nazionale, anche a causa del crescente impatto del cambiamento climatico sull'ambiente e sui fenomeni atmosferici. SaferPlaces ha quindi tra i suoi obiettivi la volontà di fornire in tempo utile, a enti pubblici e privati, gli strumenti per adottare strategie di mitigazione e adattamento agli eventi alluvionali estremi che mettono a repentaglio la salute e sicurezza di città e cittadini.

SaferPlaces combina software proprietari e open source (come OpenLayers, Cesium, e GDAL) all'interno di una piattaforma di Digital Twin. Il sistema consiste in una dashboard interattiva e in una control room che supportano sia funzionalità in tempo reale sia analisi retroattive. Per fare ciò, l'intelligenza artificiale che alimenta la piattaforma sfrutta algoritmi avanzati di Machine Learning, tra i quali metodi di apprendimento supervisionato, non supervisionato e apprendimento rinforzato. Tra le tecniche utilizzate si riscontrano inoltre Reti Neurali Ricorrenti, Long Short-Term Memory e modelli di classificazione binaria per condurre analisi predittive.

SaferPlaces

https://saferplaces.co/

GrowGreen: partnership per dare spazio alla natura nelle aree urbane

GrowGreen è un progetto finanziato dal programma di ricerca e innovazione dell'Unione europea Horizon 2020 e ha lo scopo di creare partnerships con le città moderne per renderle più resilienti, verdi e implementare le loro opportunità di business. Un'applicazione concreta di questo progetto si può riscontrare nella partnership con la città di Modena, iniziato nel 2017 e proseguito per 66 mesi, che si poneva come obiettivi il miglioramento della resilienza idrica e climatica e far fronte a fenomeni come inondazioni, alluvioni e isole di calore.

La vasta rete di canali della città e i due fiumi che la circondano – il Secchia e il Panaro – rendono Modena vulnerabile alle inondazioni, problema sempre più frequente a causa dell'aumento delle superfici impermeabili e dell'invecchiamento del sistema fognario della città, che soffre inoltre di temperature estive sempre più elevate. Il denso centro storico ha infatti pochi spazi verdi e lo status di Patrimonio dell'Umanità dell'UNESCO rende difficile modificare le infrastrutture. GrowGreen ha sviluppato un progetto che coinvolge le zone subito fuori la città, laminando e trattando le acque immesse in un cavo cittadino, andando a ridurre i picchi di inondazione e migliorare la qualità delle acque dei canali nella parte urbanizzata orientale della città. I canali erbosi e le scoline contribuiscono a rimuovere gli inquinanti e aumentare l'infiltrazione dell'acqua.

Per fare ciò GrowGreen promuove l'utilizzo di Nature Based Solutions (NBS), ovvero strumenti che usano la natura e le funzioni naturali degli ecosistemi sani, per affrontare le sfide ambientali e legate ai cambiamenti climatici, con effetti diretti sia sulla salute degli ecosistemi e della comunità, sia con benefici indiretti che possono riguardare anche la sfera economica e sociale. Sulla base di un esteso modellamento idrogeologico, il progetto ha inoltre attuato una base strategica per futuri sviluppi di Nature Based Solutions applicabili in altre aree di Modena o in altre città aderenti al progetto.

Meteo e Machine Learning: AI-GCM

Il progetto "The AI General Circulation Model" (AIGCM) finanziato da IFAB mette a punto una Proof of Concept (POC) di un nuovo modello meteorologico basato sul machine learning e potenzialmente competitivo rispetto agli attuali modelli. Il nuovo "General Circulation Model" supererebbe alcuni limiti degli attuali sistemi previsionali, essendo in grado di ridurre sensibilmente sia i costi infrastrutturali sia il tempo impiegato per la previsione.

Al giorno d'oggi risulta fondamentale la capacità di poter prevedere con accuratezza i fenomeni atmosferici, in particolar modo lo loro manifestazioni anomale ed estreme, sempre più ricorrenti per via degli impatti del cambiamento climatico. Il prototipo di modello risultante servirà come punto di partenza per futuri progressi nella costruzione di un AI-GCM pienamente operativo e potenzialmente integrabile con i GCM tradizionali, mentre i benefici di questa innovazione si riscontreranno soprattutto nelle realtà con processi decisionali influenzati dalla disponibilità di informazioni meteorologiche veloci e accurate: come le aziende produttrici di energia e le comunità energetiche, o gli agricoltori che potranno attivare azioni di resilienza a fenomeni meteorologici estremi sempre più frequenti.

Questo approccio innovativo è oggigiorno possibile grazie ai recenti sviluppi in ambito machine learning e deep learning basati sulle reti neurali e grazie alla disponibilità di una grossa mole di dati relativi al comportamento dell'atmosfera, dati che sono stati ricostruiti grazie ai prodotti di rianalisi (usando i GCM classici) e che hanno profondità temporale fino agli ultimi 70 anni.

iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

cmcc Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

CINECA

ILLUMIA OLTRE L'ENERGIA

ItaliaMeteo

[The AI General Circulation Model - IFAB International Foundation]

IT-Water: Supercalcolo e siccità

IT-WATER - Calcolo ad alte prestazioni degli scenari futuri di siccità e risorse idriche in Italia - è un progetto finanziato nell'ambito del PNRR che ha l'obiettivo di migliorare la capacità delle catene di modellazione idrologica di produrre informazioni sugli impatti del cambiamento climatico e in particolare sulle risorse idriche, fornendo i primi scenari ad alta risoluzione dell'evoluzione della siccità in Italia in questo secolo, sfruttando appieno il potenziale del calcolo ad alte prestazioni.

Eventi come la grave siccità che sta interessando la Sicilia e la scarsità idrica nel centro-nord negli ultimi anni hanno spinto il Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale – Fondazione CIMA, con il supporto di Fadeout Software Srl e dell'Agenzia ItaliaMeteo, a lavorare sulla creazione di scenari spazialmente distribuiti a scala nazionale sulle risorse idriche, per fornire dati utili a informare le strategie di mitigazione e adattamento del contesto italiano in relazione al pericolo siccità.

IT-WATER si avvale del calcolo ad alte prestazioni (HPC), che consente di eseguire calcoli complessi in tempi ridotti, utilizzando risorse di calcolo fornite dall'infrastruttura tecnologica del CINECA. Il sistema di HPC permette l'elaborazione di grandi quantità di dati climatici e idrologici, rendendo possibile la costruzione di scenari ad alta risoluzione su tutto il territorio nazionale. L'elaborazione, che arriverà a coprire un arco temporale di 150 anni equivalenti, richiede non solo una capacità di calcolo significativa, ma anche un'accurata progettazione del codice informatico e degli algoritmi idrologici. Il progetto simulerà due ipotesi sui gas serra per analizzare le diverse possibili traiettorie climatiche, includendo variabili fondamentali come precipitazioni, neve, ghiacciai, umidità del suolo e portate fluviali.

IT-WATER - CIMA Research Foundation

Prevedere gli eventi estremi con Eoliann

Eoliann è una startup italiana fondata nel 2022 che permette ai suoi clienti di prevedere eventi climatici estremi e disastri naturali in tempo reale.

Tra le sfide legate al cambiamento climatico si riscontra anche la crescente difficoltà nel prevedere gli eventi climatici, che stanno diventando sempre più incerti e disastrosi. Per questa ragione, la previsione accurata di una calamità naturale o di un fenomeno atmosferico estremo risulta sempre più fondamentale nella riduzione dei rischi e nella protezione delle infrastrutture e delle comunità. I servizi di Eoliann si sviluppano proprio in questo contesto, non solo producendo tecnologie volte alla prevenzione, ma promuovendo anche una cultura di sensibilizzazione e adattamento al cambiamento climatico verso le aziende clienti.

I servizi di Eoliann si basano sull'impiego di dati satellitari forniti dall'Agenzia Spaziale Europea e dalla Nasa, che vengono poi combinati con algoritmi di intelligenza artificiale per un'accurata previsione dei fenomeni atmosferici estremi. L'approccio di Eoliann rappresenta quindi un'innovazione rispetto ai tradizionali sistemi di previsione basati su dati storici, permettendo di stimare il rischio delle principali calamità climatiche con una risoluzione di 30 metri, a partire dall'inserimento di una coordinata geografica in un qualsiasi punto in Europa.

Latitudo40: Ai per la resilienza al cambiamento climatico

Latitudo40 nasce nel 2017 con lo scopo di utilizzare immagini satellitari ad alta risoluzione e algoritmi di intelligenza artificiale per la creazione di diversi strumenti per il monitoraggio della Terra in relazione agli venti estremi legati al cambiamento climatico.

Le zone urbane sono sempre più soggette a problematiche derivate dal cambiamento climatico, come inondazioni, isole di calore e inquinamento atmosferico, Latitudo40 quindi ha come obiettivo la riformulazione dei concetti di resilienza e sostenibilità per mettere in luce gli impatti economici e sociali degli eventi estremi.

La startup italiana fonda i suoi servizi sull'integrazione in tempo reale di dati per monitorare gli ecosistemi urbani, questi dati complessi vengono poi analizzati utilizzando l'Intelligenza Artificiale, con lo scopo di predire i rischi climatici e generare progetti efficaci di pianificazione urbana proattiva e strategie di resilienza. I cambiamenti ambientali continui sono poi monitorati attraverso immagini satellitari ad alta risoluzione che forniscono anche dati critici per l'adattamento urbano ai vari fenomeni estremi.

LATITUDO 40

Empower Sustainable Growth with AI-Driven Satellite Insights | Latitudo 40

Climate Risk Analysis Suite: quantificare gli impatti del cambiamento climatico con i Big Data

CRIF ha sviluppato la Climate Risk Analysis Suite con l'obiettivo quantificare in modo preciso l'impatto degli eventi estremi e del cambiamento climatico sulle imprese impiegando l'analisi dei Big Data.

Il cambiamento climatico non produce effetti negativi solo sull'ambiente e sulla salute delle comunità, ma ha significativi impatti anche sulle aziende e di conseguenza sull'intero settore economico. Per questa ragione CRIF ha creato uno strumento in grado di quantificare i rischi finanziari delle imprese, valutando la necessità di azioni mitiganti e supportandone la pianificazione strategica. La soluzione calcola gli effetti previsti sui costi e ricavi aziendali, includendo l'analisi dell'eventuale copertura assicurativa. Il modello realizza inoltre una valutazione dettagliata e bottom-up degli impatti, integrando dati finanziari e immobiliari per creare proiezioni di bilancio prospettiche.

Per la realizzazione di questa piattaforma è stato necessario l'impiego di Big Data sia per sviluppare algoritmi altamente predittivi, sia per quantificare con precisione le potenziali perdite economiche derivanti dai rischi climatici e dalle policy response. Questi algoritmi vengono allenati su due principali tipologie di dati: i dati meteorologici, orografici e idrologici permettono di prevedere la probabilità di accadimento dei rischi climatici e i dati firmografici, catastali e di bilancio permettono di quantificare le potenziali perdite economiche.

CRIF
Together to the next level

Climate Risk Analys Suite - CRIF

European Extreme Events Climate Index - E³CI

Il progetto European Extreme Events Climate Index (E³CI) parte dalla misurazione degli eventi meteorologici estremi per aprire nuove opportunità nella valutazione dei loro danni sull'economia, la società e l'ambiente. E³CI è un "indice di indici", ovvero è la sintesi di cinque componenti relative a differenti dinamiche atmosferiche: ondate di calore, ondate di freddo, fenomeni siccitosi, precipitazioni estreme, venti estremi.

L'Index è stato sviluppato in primis per permettere una valutazione delle perdite economiche e assicurative legate all'insorgenza di eventi climatici estremi, consentendo un adeguamento delle tariffe dei premi assicurativi e migliorando la gestione del portafoglio e dei rischi, con vantaggi sia per i consumatori che per le compagnie assicurative. L'Indice è inoltre in grado di fornire dati utili per il monitoraggio dei trend climatici, facilitando il processo decisionale delle Amministrazioni Pubbliche, impegnate nella costruzione di un sistema di sviluppo sostenibile.

La ricerca parte dall'analisi di strumenti esistenti e utilizzati a tale scopo: l'Actuaries Climate Index® (ACI), attualmente operativo per il Nord America (Canada e Stati Uniti) e una formulazione leggermente differente dello stesso indice attualmente operativa sull'Australia. Questi indici sfruttano quindi tecniche di Big Data Analysis e machine learning per processare la grande quantità di dati di input.

E³ CLIMATE INDEX

iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

cmcc
Centro euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

Leitha

European Extreme Events Climate Index

Un gemello digitale per ridurre le emissioni: CO2 ADSORBENT

CO2-cApture anD StOrage fRom comBustion Emissions of paint pyrolysis plaNTs, sviluppato nel contesto dello Spoke 2 "Green technologies and sustainable industries" di NODES – Nord Ovest Digitale e Sostenibile, è un progetto che si propone di sviluppare tecnologie avanzate e sostenibili per la cattura e il recupero della CO2 gassosa prodotta dai fumi di combustione negli impianti di piroscissione delle vernici, per poi reimpiegare la CO2 catturata nella produzione di ghiaccio secco.

Il cambiamento climatico, in concorrenza con le sempre più intense attività umane e industriali, arreca gravi danni alla qualità dell'aria, in particolare per via della crescente quantità di CO2 nell'atmosfera. Tuttavia, le tecnologie tradizionali di cattura e stoccaggio della CO2 hanno dimostrato limiti in termini di efficienza, costi elevati e prestazioni in presenza di umidità, in questo contesto CO2 ADSORBENT si propone di presentare una soluzione originale, anche grazie all'utilizzo di materiali adsorbenti avanzati.

Un aspetto innovativo del progetto è l'integrazione del Digital Twin, un modello virtuale e dinamico che consente di simulare e monitorare in tempo reale il processo, facilitando i processi decisionali. L'implementazione della tecnologia consentirà di diminuire l'impatto ambientale degli impianti industriali, riducendo l'emissione di gas serra nell'atmosfera.

Servizi climatici per la mitigazione dei rischi e l'adattamento

Lo Spoke 8 del progetto RETURN ha l'obiettivo di sviluppare metodologie innovative per ottenere previsioni ad alta risoluzione delle variabili climatiche, meteorologiche, idrologiche e marine, che sono cruciali per la valutazione del rischio e la definizione di strategie di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Queste previsioni, validate tramite studi di caso, sono destinate a vari settori e affrontano fenomeni come inondazioni, siccità, ondate di calore e inquinamento atmosferico. L'approccio integrato dello Spoke 8 permette di supportare decisioni strategiche che mirano a ridurre i rischi e migliorare la resilienza delle comunità.

L'obiettivo principale è quello di fornire previsioni scientifiche accurate per supportare l'adattamento ai cambiamenti climatici. Le previsioni mirano a vari eventi estremi, come le alluvioni, le siccità, le ondate di calore e il degrado degli ambienti ecologici, con l'intento di fornire agli enti decisionali gli strumenti necessari per intervenire tempestivamente.

Queste previsioni, combinate con la valutazione dell'incertezza, forniscono un quadro completo per la gestione del rischio e l'adozione di strategie di adattamento. Inoltre, lo Spoke 8 sviluppa indicatori di pericolosità, esposizione e vulnerabilità, utilizzando dati storici e paleo-climatici per rafforzare la capacità di risposta a fenomeni climatici estremi.

Le attività si basano su modelli avanzati di previsione climatica e idrologica ad alta risoluzione, supportati da dati storici e proiezioni future. L'approccio include l'uso di modelli climatici regionali per la generazione di dati meteorologici specifici, così come l'analisi di incertezze nelle simulazioni climatiche.

Gli indicatori di rischio sono costruiti utilizzando tecniche statistiche basate su dati a lungo termine, inclusi quelli paleo-climatici, per garantire una valutazione precisa della pericolosità, esposizione e vulnerabilità. Il sistema di supporto alle decisioni integra queste previsioni con la gestione delle politiche climatiche, facilitando l'adozione di misure concrete per la mitigazione e l'adattamento.

Spoke 8 – Fondazione Return

Soil erosion in Italy: dataset e applicazioni per ridurre l'erosione del suolo dovuto alle piogge

L'erosione del suolo, causata dal deflusso delle acque durante le precipitazioni, è un problema ambientale che ha impatti significativi sull'agricoltura, le infrastrutture e gli ecosistemi. CMCC, in collaborazione con il C3S Climate Data Store,ha sviluppato un dataset dettagliato e delle applicazioni interattive per analizzare l'erosione del suolo in Italia, integrando dati climatici ad alta risoluzione con fattori come la topografia, le proprietà del suolo e la copertura vegetale. Queste applicazioni permettono di prevedere la perdita di suolo e di visualizzare l'impatto delle diverse condizioni climatiche, offrendo uno strumento utile per la gestione del territorio.

L'analisi dei dati consente di identificare le aree più a rischio e di supportare decisioni strategiche in settori come l'agricoltura, la silvicoltura e l'urbanistica. La soluzione permette di esplorare diverse pratiche di gestione del territorio per ridurre l'erosione del suolo e mitigare i danni economici e fisici causati dall'intensificazione degli eventi climatici. In questo modo, contribuisce ad aumentare la consapevolezza sul cambiamento climatico e a promuovere l'uso sostenibile delle risorse naturali, migliorando la resilienza del territorio e la protezione delle infrastrutture.

Un aspetto innovativo del progetto è l'integrazione del Digital Twin, un modello virtuale e dinamico che consente di simulare e monitorare in tempo reale il processo, facilitando i processi decisionali. L'implementazione della tecnologia consentirà di diminuire l'impatto ambientale degli impianti industriali, riducendo l'emissione di gas serra nell'atmosfera.

Soil erosion in Italy – Copernicus.eu

Le tecnologie abilitanti per la sfida del cambiamento climatico ed eventi estremi nel Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing

Il Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing affronta il tema del cambiamento climatico e degli eventi estremi in due Spoke dedicati, ossia lo Spoke 4 - Earth & Climate, coordinato da Silvio Gualdi (CMCC) e Andrea Alessandri (ISAC) e lo Spoke 5 - Environment & Natural Disasters, coordinato da Roberto Bellotti (INF) e Paola Iverardi (UNIVAQ). Entrambi gli Spoke si pongono diversi obiettivi fondamentali.



Figura 5: Loghi degli Spoke ICSC capofila dei progetti in ambito Cambiamento climatico ed Eventi estremi.

Tra i principali obiettivi dello Spoke 4 figura la creazione di un framework interdisciplinare che integri componenti della più avanzata modellistica del sistema terrestre, per fornire alla comunità scientifica e agli utenti uno strumento flessibile, affidabile e potente. Al giorno d'oggi è infatti sempre più cruciale la costante implementazione di modelli del sistema terrestre (ESM – Earth System Models) per fronteggiare le complesse da affrontare nel contesto del cambiamento climatico.

Il secondo obiettivo dichiarato è l'implementazione di un un'infrastruttura digitale integrata nelle strutture HPC e cloud messe a disposizione dal Centro Nazionale. Questa infrastruttura faciliterà il raggiungimento di una serie di risultati, tra cui lo sviluppo e la condivisione delle componenti ESM, la produzione e la gestione di simulazioni numeriche e la creazione delle condizioni per trasformare l'infrastruttura stessa in una risorsa nazionale a disposizione dell'intera comunità di ricerca e istruzione operativa nel campo delle previsioni climatiche e dei cambiamenti climatici. Infine, lo Spoke 4 mira a favorire lo sviluppo di tecnologie che consentano di raggiungere gli obiettivi climatici individuati dal PNRR per la transizione digitale e verde.

Lo Spoke 5 si propone invece di sviluppare metodologie per il monitoraggio delle strutture fisiche artificiali, come edifici, strade, reti elettriche e degli ambienti naturali, come corsi d'acqua e pendii con lo scopo di mitigare i rischi collegati al loro deterioramento dovuto al cambiamento climatico e agli eventi estremi che ne conseguono. Per fare ciò risultano fondamentali le enormi capacità computazionali del Centro Nazionale che verranno utilizzate per sviluppare i

cosiddetti "gemelli digitali", ovvero i modelli virtuali degli ambienti e delle infrastrutture che si intendono studiare per prevederne il comportamento, in riferimento ai disastri naturali o all'evoluzione delle condizioni ambientali.

In secondo luogo, lo Spoke 5 intende tradurre i risultati delle ricerche condotte in chiari indicatori di impatto economico, per sviluppare e proporre soluzioni per il monitoraggio dell'ambiente che abbiano una ricaduta positiva sull'intera società civile.

In questo report presentiamo alcuni progetti, finanziati da ICSC, che toccano le tematiche del cambiamento climatico e degli eventi estremi e stanno venendo realizzati in partnership tra le aziende, le università e gli istituti di ricerca afferenti al Centro Nazionale. Ne riassumiamo gli obiettivi e il concept alla base, dando anche una vista su come la piattaforma abilitante del Centro Nazionale sia un punto di partenza per progetti così diversi ma accomunati dalla necessità di individuare solide fonti di dati, forme di raccolta e analisi di dati, di costruire modelli basati su questi dati e dall'effettuare analisi che ne valorizzino la quantità e varietà, con un impatto trasformativo sul settore.

Digital Twin per la transizione energetica: la piattaforma COMET

Guidato da ENI in partnership con il politecnico di Milano e il politecnico di Torino, il progetto Comet - CO-simulation of Multi-energy systems for Energy Transition mira ad affrontare una delle più grandi sfide del settore energetico: la complessa integrazione dei sistemi multi-energia (MES) necessari per una transizione energetica efficace.

I sistemi multi-energia sono fondamentali per produrre, distribuire, immagazzinare e convertire energia in modo efficiente e aprire le porte a un futuro a basse emissioni di CO2, ma risultano estremamente difficili da analizzare, comprendere, progettare e ottimizzare a causa della loro stessa natura complessa.

Per superare questa difficoltà, il progetto COMET sta sviluppando una piattaforma innovativa di co-simulazione basata su un gemello digitale che fornisce una base strutturata per progettare, sviluppare e validare soluzioni e tecnologie innovative per i MES.

Questa piattaforma consentirà la definizione di una rappresentazione virtuale del mondo reale (gemello digitale) come composizione di modelli (co-simulazione) che analizzano l'ambiente da molteplici punti di vista, come la distribuzione dell'energia, aspetti finanziari, commerciali e normativi e da diverse scale spazio-temporali.

La piattaforma COMET può quindi portare benefici concreti ad una vasta platea di attori: gli operatori dei sistemi di distribuzione, gli aggregatori di energia, gli amministratori pubblici e i decisori incaricati di elaborare le politiche per pianificare la transizione energetica, i responsabili energetici che gestiscono i flussi di energia, le comunità energetiche, le aziende e pubblica amministrazione che mirano ad adottare fonti di energia rinnovabili e sistemi di accumulo per produrre e consumare energia localmente e condividerla in un mercato peer-to-peer.

gAIa - Green AI Application: ridurre l'impatto ambientale dell'AI

Intesa San Paolo in collaborazione con il politecnico di Torino ha dato il via al progetto gAIa – Green AI Application con lo scopo di sviluppare strumenti per valutare l'impatto ambientale delle applicazioni di Intelligenza Artificiale.

Le applicazioni e le tecnologie che impiegano L'Intelligenza Artificiale sono ormai fondamentali e pervasive in diversi settori: dalla ricerca scientifica alla vita quotidiana, passando per il mondo delle aziende e dell'istruzione.

Per quanto l'AI sia spesso riconosciuta come un utile strumento all'adattamento e alla mitigazione del cambiamento climatico e dei fenomeni estremi, è necessario riconoscere che tutti gli approcci AI richiedono numerose risorse computazionali, con conseguente consumo energetico significativo e dannoso per l'ambiente.

In particolare, l'elevato consumo energetico richiesto dall'utilizzo intensivo di soluzioni AI porta a significative emissioni di CO_2. Questo incremento delle emissioni contribuisce al riscaldamento globale, accelerando il cambiamento climatico e aggravando problemi come l'inquinamento atmosferico, la riduzione della biodiversità, la distruzione degli ecosistemi e lo sfruttamento non sostenibile delle risorse naturali.

Per queste ragioni, anche a seguito delle recenti raccomandazioni della Commissione Europea, risulta necessario gestire in modo efficace e ridurre le emissioni di CO_2 derivanti dall'utilizzo dei software. Per fare ciò, è necessario identificare strumenti e metodi in grado di fornire una stima affidabile e realistica del consumo energetico delle soluzioni AI e del loro impatto ambientale, ed è proprio in questo contesto che va ad inseristi la ricerca di gAIa.

INTESA SANPAOLO

Politecnico di Torino
1859

Mitigare l'effetto dello sversamento di idrocarburi negli ambienti marini grazie al supercalcolo: il progetto OSM

La capacità di assorbire CO2 degli ecosistemi marini già minacciati dal riscaldamento globale viene compromessa dal verificarsi di sversamenti di idrocarburi, i quali contribuiscono quindi indirettamente al cambiamento climatico che a sua volta rende più probabile il verificarsi di eventi atmosferici estremi che favoriscono uragani e maremoti, spesso causa degli sversamenti stessi.

In questo contesto il progetto OSM - Oil Spill Monitoring Software - Predictive modeling of pollutant propagation following an oil spill accident in the sea, promosso da Sogei in partnership con ENEA, il Politecnico di Bari e l'Università di Bari, mira a sviluppare un sistema in grado di eseguire previsioni rapide e accurate della propagazione degli inquinanti a seguito di un versamento di idrocarburi in mare, sia che esso sia causato da un incidente navale o da uno scarico costiero.

Per una previsione accurata OSM propone di impiegare la tecnologia HPC per eseguire in modo più efficace la modellazione idrodinamica oceanografica 3D e sviluppare gli algoritmi di simulazione numerica del trasporto e della trasformazione degli idrocarburi, capaci di raccogliere dati ambientali e metereologici come input, sia per prevedere potenziali disastri che per anticiparne le possibili conseguenze e gli impatti sull'ecosistema osservato.

Le capacità di elaborazione HPC consentirebbero, in caso di incidente, di ottenere previsioni più efficaci, in quanto sarebbe possibile aumentare la precisione e ridurre il tempo necessario per eseguire le simulazioni anche ad alta risoluzione", aumentando inoltre il numero di simulazioni eseguibili contemporaneamente, consentendo quindi l'analisi di un maggior numero di potenziali scenari per parametri sconosciuti o incerti.

sogei

Politecnico di Bari

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO

ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Monitoraggio dei rischi naturali dallo spazio: il progetto HAMMON

L'osservazione satellitare sta rivoluzionando il modo in cui monitoriamo e gestiamo gli eventi naturali estremi sul territorio.

Il progetto Hazard Mapping and vulnerability Monitoring - HAMMON, coordinato da UnipolSai (Leithà) e realizzato da un ampio consorzio di partner scientifici e industriali, sviluppa strumenti innovativi per quantificare l'impatto degli eventi naturali estremi sul territorio italiano attraverso l'uso di dati satellitari.

Il progetto combina dati di osservazione della Terra con tecnologie di visualizzazione scientifica e intelligenza artificiale per mappare i rischi, monitorare il territorio e prevedere eventi estremi. Particolare attenzione viene dedicata all'identificazione dei fattori di rischio e alla quantificazione degli impatti post-evento, sfruttando l'alta risoluzione e la copertura continua offerta dai sistemi satellitari.

HAMMON integra competenze diverse: dall'analisi dei dati satellitari alla modellistica ambientale, dalla gestione del rischio all'intelligenza artificiale. Questa sinergia permette di sviluppare previsioni ad alta risoluzione degli eventi estremi e migliorare la mappatura dei rischi sul territorio italiano, creando un'infrastruttura tecnologica avanzata per l'elaborazione e la distribuzione dei dati.

Il progetto rappresenta un esempio concreto di come i dati spaziali possano generare valore per la società: dalla protezione delle infrastrutture critiche alla gestione delle emergenze, HAMMON trasforma l'osservazione satellitare in uno strumento pratico per la resilienza del territorio italiano agli eventi naturali estremi, sempre più frequenti a causa del cambiamento climatico.

UnipolSai ASSICURAZIONI
cmcc Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici
Consiglio Nazionale delle Ricerche
ENEA Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
FONDAZIONE BRUNO KESSLER
INAF ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Politecnico di Bari
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
sogei
UNIVERSITÀ DEL SALENTO
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO
UNIVERSITÀ DI TORINO
UNIVERSITÀ DI TRENTO

Il progetto HMMA - HaMMon-Advance: Integrated AI for Enhanced Seasonal Forecasting and Environmental Risk Management, guidato da IFAB - International Foundation Big Data and Artificial Intelligence for Human Development, mira ad ampliare l'iniziativa HaMMon migliorando il suo sistema di previsione stagionale e di valutazione della pericolosità degli eventi estremi

Nell'ambito del progetto HAMMON, volto a mappare i rischi, monitorare il territorio e prevedere eventi estremi, IFAB apporta un raffinamento degli algoritmi di classificazione dell'ambiente costruito, inizialmente sviluppati nei WP3 e WP4.

L'obiettivo del progetto è migliorare l'efficienza dell'elaborazione e dell'analisi dei dati ambientali, al fine di ottenere previsioni più accurate degli eventi meteorologici estremi e una comprensione più chiara della vulnerabilità dell'ambiente costruito ai rischi indotti dal clima.

Nel contesto di un clima che cambia lo studio e il monitoraggio dei rischi naturali e delle loro conseguenze hanno assunto un ruolo sempre più preponderante e sono cruciali nella valutazione dell'impatto locale e regionale di alluvioni, siccità, mareggiate, tempeste e altri fenomeni estremi.

Più in generale, è stato dimostrato che i cambiamenti climatici osservati aumentano l'attività delle frane lente esistenti e riattivano quelle quiescenti. L'aumento delle temperature globali, le variazioni nei regimi delle precipitazioni e la maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi stanno infatti contribuendo ad accelerare i processi di deformazione dei versanti già instabili, principalmente a causa di una maggiore infiltrazione d'acqua nel sottosuolo.

IFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

Gemelli digitali per la gestione degli eventi estremi: il progetto DIRECT

Le città moderne sono sempre più soggette a subire i danni causati da eventi atmosferici estremi e disastri naturali correlati al cambiamento climatico.

Il progetto Digital twIns foR EmergenCy supporT - DIRECT, coordinato da Sogei in collaborazione con CNR, Università Milano-Bicocca, Università del Salento e Università dell'Aquila, sfrutta il flusso di informazioni generato dalle moderne Smart Cities per creare un innovativo gemello digitale di distretti urbani, integrando modelli informativi degli edifici (BIM) per monitorare e prevedere l'impatto di disastri naturali o antropici.

Il cuore del progetto è un Sistema di Supporto alle Decisioni dinamico e adattivo che opera su due livelli temporali: nella fase immediata dell'emergenza, fornendo informazioni in tempo reale per proporre piani di emergenza dinamici quando quelli predefiniti potrebbero non rispecchiare la situazione reale sul territorio; nel lungo periodo, attraverso attività di monitoraggio continuo.

Il progetto si sviluppa in due fasi principali. La prima fase si concentra sullo studio di fattibilità, la configurazione e installazione dei sensori, lo sviluppo della piattaforma IoT e del gemello digitale. Attraverso strumenti di simulazione basati su diverse tecnologie e risorse di calcolo ad alte prestazioni (HPC), il sistema rappresenterà il distretto urbano monitorato e il suo profilo di rischio, integrando dati raccolti in tempo reale da sensori terrestri, droni e satelliti.

La seconda fase prevede l'integrazione dei modelli BIM per prevedere l'impatto dei disastri naturali sugli edifici, incorporando dati da sensori (consumi energetici, umidità, temperatura, CO2) nel gemello digitale. Un dimostratore del sistema verrà testato simulando un evento naturale, come un terremoto, su una porzione di distretto urbano.

DIRECT rappresenta un esempio di come le tecnologie spaziali, integrate con sensori terrestri e modelli digitali avanzati, possano migliorare la resilienza urbana a fronte delle nuove sfide correlate al cambiamento climatico. La combinazione di dati satellitari con altre fonti di informazione permette di creare uno strumento prezioso per la gestione delle emergenze e la protezione dei cittadini.

sogei

Consiglio Nazionale delle Ricerche

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA

UNIVERSITÀ DEL SALENTO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

Previsioni meteo ed energia: il progetto W4E

Le condizioni atmosferiche sempre più imprevedibili a causa del cambiamento climatico hanno un significativo impatto sulla produzione e la distribuzione energetica e lo stress sulle reti infrastrutturali. Il legame tra previsioni meteorologiche e settori come l'energia e le infrastrutture è quindi sempre più centrale, nonostante l'interpretazione qualitativa e quantitativa degli impatti downstream legati al clima sia ancora lontana dall'essere ideale.

Il progetto W4E - Weather 4 Energy & Infrastructure, coordinato da IFAB in collaborazione con Illumia e supportato da partner di spicco come Autostrade, CNR, Cineca, ENEA, ENI, Engineering, Politecnico di Bari, Terna e Università di Firenze, si propone di colmare questo divario attraverso lo sviluppo di un framework innovativo per previsioni meteorologiche accurate e proiezioni climatiche avanzate. Il progetto è collocato entro lo Spoke 0 in collaborazione con Spoke 4 e 5 di ICSC.

Il progetto si concentra sulla generazione di dati dettagliati, come la produzione di energia eolica o fotovoltaica in specifici siti, la variazione della capacità delle linee elettriche in Italia e scenari futuri che simulano gli stress sulla rete di asset stradali ed energetici. Grazie alla collaborazione con esperti di modellistica e simulazione, il consorzio implementerà tecniche statistiche avanzate e flessibili per creare strumenti quantitativi ad alta precisione.

I prodotti finali di W4E avranno un alto livello di maturità tecnologica, permettendo agli stakeholder di utilizzarli in modalità semi-operativa. Questi strumenti saranno inoltre scalabili e adattabili a diversi casi d'uso e settori, garantendo un impatto duraturo e la possibilità di ulteriori miglioramenti futuri. Gli effetti attesi sul sistema infrastrutturale italiano sono molteplici, tra cui una migliore gestione delle reti energetiche e stradali, una maggiore resilienza alle condizioni climatiche estreme e un supporto decisionale basato su dati affidabili e aggiornati.

iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

autostrade per l'italia · CINECA · eni

ENEA
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

eng · Politecnico di Bari

Consiglio Nazionale delle Ricerche · Università degli Studi Firenze · Terna Driving Energy

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU · Ministero dell'Università e della Ricerca · Italiadomani Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza · ICSC Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data and Quantum Computing

RETE: infrastrutture resistenti al clima che cambia

I fenomeni estremi legati al rischio idrogeologico sono sempre più frequenti e mettono a repentaglio la sicurezza di infrastrutture critiche, come strade, ponti, rete elettriche e edifici abitativi.

Il progetto RETE - Resilience of the Electric Transmission Grid to Extreme events, coordinato da Terna in collaborazione con CMCC, CNR, ENEA, FBK, Politecnico di Bari, Università del Salento, Università di Bari e Università di Torino svilupperà un prototipo di servizio per migliorare la resilienza climatica delle infrastrutture critiche, utilizzando la rete di trasmissione nazionale (NTG) come caso di studio rilevante.

La rete di trasmissione nazionale (NTG) è un'infrastruttura elettrica che consente il trasporto dell'energia ad alta tensione su tutto il territorio nazionale, collegando le centrali di produzione ai grandi centri di consumo e alle reti di distribuzione locali. Questa rete è composta da linee elettriche, stazioni di trasformazione e nodi di interconnessione, ed è integrata con le reti di trasmissione europee per lo scambio di energia con altri paesi.

Con un focus su aree pilota selezionate, RETE analizzerà i pericoli geotecnici specifici del sito, come frane o collassi volumetrici, e caratterizzerà gli estremi meteoclimatici che influenzano la stabilità della rete di trasmissione nazionale.

Inoltre, all'interno dei progetti verranno elaborati scenari di resilienza climatica integrando le informazioni climatiche con un approccio di modellazione basato su reti complesse.

Nel contesto delle infrastrutture, la modellazione basata sulle reti complesse consente di studiare la vulnerabilità e la robustezza di un sistema in risposta a eventi estremi, simulando il comportamento della rete sotto stress. Questo tipo di analisi permette di identificare punti critici e migliorare la capacità di adattamento del sistema ai fenomeni estremi.

Terna Driving Energy

ENEA Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Consiglio Nazionale delle Ricerche

FONDAZIONE BRUNO KESSLER

Politecnico di Bari

UNIVERSITÀ DEL SALENTO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO

cmcc Centro euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici

UNIVERSITÀ DI TORINO

Ridurre le emissioni della mobilità marittima: il progetto AIFEMO

Le emissioni di CO2 non provengono solo da attività industriali e dalla mobilità su terra, ma giocano un ruolo significativo anche le operazioni marittime.

Fincantieri in partnership con l'Università di Napoli ha, a questo proposito dato il via ad un progetto con l'obiettivo di ridurre il consumo di carburante e di conseguenza le emissioni prodotte dalla mobilità marittima, attraverso l'implementazione dell'intelligenza artificiale.

Questo progetto, che prende il nome di AIFEMO da AI-Optimized Fuel Efficiency in Maritime Operations, sviluppa un avanzato framework di AI per l'ottimizzazione della rotta delle navi e delle impostazioni del motore, sfruttando tecnologie all'avanguardia, capaci di tenere conto di una variegata serie di variabili, come la distanza da percorrere, le condizioni meteorologiche e oceanografiche, i vincoli operativi della nave, i tempi di transito, l'eventuale presenza di pericoli naturali o di rotte congestionate, i costi del carburante e le restrizioni ambientali sia globali sia della specifica area di navigazione.

Per questo motivo risulta fondamentale la capacità di AIFEMO di analizzare in tempo reale grandi quantità di dati ambientali, meteorologici e operativi grazie a strumenti come Intelligenza Artificiale e Machine Learning, supportati dalle piattaforme di supercalcolo.

Grazie a questa meticolosa analisi dei dati, AIFEMO è in grado di fornire informazioni dettagliate al fine di supportare decisioni intelligenti per una navigazione più sostenibile ed economicamente vantaggiosa.

FINCANTIERI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II

Megatrend e segnali deboli collegati alle sfide del cambiamento climatico

In questa sezione esploreremo i trend più significativi e le innovazioni emergenti che stanno plasmando la risposta globale ai cambiamenti climatici. Analizzeremo quattro aree strategiche destinate a ridefinire il nostro futuro: il paradigma rivoluzionario delle "città spugna" come nuovo modello di urbanizzazione resiliente, l'evoluzione della finanza sostenibile e dei criteri ESG come motore economico della transizione, le tecnologie emergenti che stanno trasformando i sistemi energetici e le soluzioni innovative che stanno rendendo l'agricoltura non solo adattabile ma protagonista nella lotta ai cambiamenti climatici.

Questi trend non rappresentano semplici adattamenti, ma vere e proprie trasformazioni sistemiche che determineranno il modo in cui vivremo, investiremo e produrremo nei prossimi decenni.

I cambiamenti climatici in ambito urbano: il paradigma delle città spugna

L'Italian Institute for the Future, nel report del 2025 "Emerging Long Megatrends", identifica tra i 10 megatrend rilevanti per i prossimi decenni il cosiddetto paradigma delle città spugna.

Il paradigma delle città spugna rappresenta un approccio innovativo alla gestione delle acque urbane in risposta alle sfide poste dai cambiamenti climatici. Le città spugna sono città progettate per imitare e replicare i cicli idrologici naturali attraverso l'integrazione strategica di infrastrutture verdi come parchi, tetti verdi, canali e laghi artificiali, sostituendo il più possibile le superfici impermeabili (asfalto e cemento) con terreni drenanti.

Questi elementi permettono di assorbire l'acqua piovana durante forti temporali, facilitare il deflusso dell'acqua verso le falde acquifere, migliorare la qualità dell'acqua, ridurre il rischio di alluvioni e inondazioni, mitigare l'effetto delle isole di calore urbano.

Focus: Parole di Futuro

Cos'è un Megatrend?

I megatrend sono grandi forze trasformative che hanno un impatto profondo e duraturo sulla società, l'economia, l'ambiente e la tecnologia. Sono tendenze di lungo periodo (tipicamente decenni) che influenzano significativamente molteplici aspetti della vita umana e dei sistemi economici.
Le caratteristiche principali dei megatrend sono:

- Durata pluridecennale
- Impatto globale o su vaste aree geografiche
- Effetti trasversali su più settori e ambiti
- Capacità di modificare strutturalmente comportamenti e sistemi

La connessione con i cambiamenti climatici è diretta: l'aumento della frequenza e dell'intensità delle tempeste, le piogge estreme e i periodi prolungati di siccità – tutti fenomeni correlati con il riscaldamento globale - rendono necessarie

soluzioni adattive per le città. Secondo i dati IPCC citati nel report, circa 700 milioni di persone vivono in zone già soggette ad un aumento di piogge estreme, e questa cifra è destinata a crescere con l'aumento delle temperature globali.



Figura 6: Una città spugna. Immagine generata tramite strumenti di IA Generativa. Credits: Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo.

La Cina ha avviato nel 2014 un programma nazionale di città spugna per far fronte ai rischi idrogeologici che riguardavano 641 città su 654. L'obiettivo è ritenere tra il 70-90% delle acque pluviali annuali. Anche in Europa ci sono progetti simili, come quello di Modena in Italia coinvolta nel progetto GrowGreen (vedi sezione Use Case).

Le città spugna rappresentano quindi non solo una soluzione tecnica per gestire l'acqua, ma un cambio di paradigma radicale per adattare le città all'epoca dei cambiamenti climatici, rendendole più resilienti agli eventi meteorologici estremi che saranno sempre più frequenti.

L'attenzione ai cambiamenti climatici e all'ambiente in ambito finanziario: il modello di finanza sostenibile

Un'altra dimensione in crescita, collegata all'impatto dei cambiamenti climatici, è la finanza sostenibile.



Figura 7: La finanza sostenibile e gli ESG. Credits: PWC.

La finanza sostenibile e i criteri ESG sono strettamente collegati al cambiamento climatico in quanto rappresentano strumenti fondamentali per finanziare la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. Attraverso investimenti mirati, è possibile sostenere progetti che riducono l'impatto ambientale, come le energie rinnovabili, l'efficienza energetica e le infrastrutture resilienti agli eventi climatici estremi. Inoltre, l'emissione di obbligazioni verdi consente di raccogliere capitali destinati esclusivamente a iniziative sostenibili, mentre strategie di disinvestimento scoraggiano il supporto economico a settori fortemente inquinanti.

I criteri ESG, concetto centrale per la finanza sostenibile, forniscono un quadro di riferimento per valutare le aziende sulla base di tre dimensioni: ambientale, sociale e di governance. L'integrazione di questi criteri nei processi decisionali finanziari è essenziale per ridurre il cambiamento climatico. Le aziende vengono spinte a diminuire le loro emissioni di carbonio, adattandosi a normative sempre più stringenti e adottando modelli di business sostenibili. Inoltre, la gestione del rischio climatico è ormai una priorità per gli investitori, che cercano di evitare perdite economiche derivanti da eventi estremi o transizioni industriali forzate.

Le tecnologie emergenti per la transizione energetica

Come esplorato nel report "Osserv-azioni su… l'energia del futuro", il cambiamento climatico pone la sfida fondamentale di ripensare come sono organizzati i sistemi energetici nella nostra società.

Nel documento del Joint Research Center della Commissione Europea "Weak Signals in Science and Technologies – 2024. Technologies at an early stage of development that could impact our future", si identificano 221 segnali deboli in termini di tecnologie emergenti. 18 di questi riguardano l'ambito energy.

Focus: Parole di Futuro

Cos'è un Segnale debole?

I segnali deboli sono indizi o tendenze emergenti che, sebbene inizialmente poco visibili o non ancora pienamente sviluppati, possono anticipare cambiamenti significativi in un settore, un mercato o una società.
Caratteristiche dei segnali deboli sono:

- Bassa visibilità iniziale: non sono ancora mainstream e potrebbero essere trascurati da molti;
- Crescita potenziale: se osservati nel tempo, possono rafforzarsi e diventare trend dominanti;
- Ambiguità: non è sempre chiaro se e come influenzeranno il futuro;
- Multidisciplinarità: possono provenire da settori diversi e avere implicazioni trasversali.

Individuare i segnali deboli richiede un'attenta osservazione delle dinamiche di mercato, delle ricerche scientifiche, dei comportamenti sociali e delle innovazioni tecnologiche, unendo dati quantitativi e qualitativi per intercettare il futuro prima che diventi evidente.

La sostenibilità è un tema che attraversa trasversalmente tutte le tecnologie di questo cluster, sia attraverso la riduzione delle emissioni di gas serra, l'aumento dell'efficienza energetica o la promozione delle fonti di energia rinnovabile. Molte delle tecnologie, come la produzione di idrogeno, il riciclo delle batterie e i supercondensatori, sono legate all'accumulo e alla conversione dell'energia, evidenziando l'importanza di quest'area nella transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

Diverse tecnologie si basano sullo sviluppo di materiali avanzati e tecniche di produzione per migliorare prestazioni ed efficienza, ad esempio lo stoccaggio di energia elettrocromico, la raccolta di energia osmotica o i supercondensatori ibridi a ioni di zinco.

Infine, alcune delle tecnologie in questo cluster riguardano l'importanza dell'integrazione e del pensiero sistemico per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità, come i distretti energetici positivi, i sistemi energetici locali intelligenti o il teleriscaldamento di quinta generazione. Anche l'integrazione delle fonti di energia rinnovabile, come l'energia solare ed eolica, appare un aspetto chiave, sottolineando il ruolo fondamentale delle rinnovabili nella transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

Dal punto di vista dell'innovazione, lo sviluppo delle tecnologie in questo cluster segue alcune delle principali linee di ricerca e sviluppo nelle tecnologie energetiche: tecniche avanzate di elettrolisi, nuovi materiali e tecnologie per l'accumulo di energia, integrazione di vettori energetici multipli e un focus su soluzioni energetiche locali e decentralizzate.

Cambiamento climatico e agricoltura

L'agricoltura sta affrontando le sfide del cambiamento climatico attraverso un approccio sempre più tecnologico, sostenibile e circolare. Dal report "Weak Signals in Science and Technologies – 2024. Technologies at an early stage of development that could impact our future", si evince che l'integrazione tra innovazione digitale, biotecnologie e pratiche rigenerative sta trasformando il settore per migliorare la produttività e ridurre l'impatto ambientale. Ad esempio, l'edge computing in agricoltura consente di raccogliere e analizzare dati in tempo reale per ottimizzare l'uso di risorse come acqua e fertilizzanti, mentre tecniche come il metabarcoding e-DNA supportano il monitoraggio della biodiversità e la salute degli ecosistemi agricoli.

Le pratiche di agricoltura rigenerativa stanno guadagnando terreno, promuovendo sistemi che migliorano la fertilità del suolo e sequestrano carbonio, in sinergia con sistemi alimentari circolari che riducono gli sprechi e valorizzano sottoprodotti attraverso processi di food upcycling. Anche l'integrazione tra agricoltura ed energia sostenibile è un elemento chiave: l'agrofotovoltaico permette di combinare la produzione di cibo ed energia solare, mentre strumenti come il distillatore solare emisferico e la raccolta dell'acqua atmosferica offrono soluzioni per contrastare la scarsità idrica.

Parallelamente, l'adozione di sostanze chimiche decarbonizzate e la rimozione di contaminanti come i PFAs e le microplastiche biodegradabili stanno contribuendo a ridurre l'inquinamento nelle filiere agricole. Tecnologie emergenti come l'elettrolisi diretta dell'acqua di mare e l'elettrolisi dell'urea aprono nuove

prospettive per la produzione di fertilizzanti a basso impatto ambientale. Inoltre, innovazioni come la carne coltivata potrebbero ridurre la pressione dell'allevamento intensivo sulle risorse naturali.

Queste soluzioni, combinate con un'attenzione crescente alla decarbonizzazione degli edifici agricoli e alla costruzione circolare, delineano un futuro in cui l'agricoltura non solo si adatta ai cambiamenti climatici, ma diventa un attore chiave nella loro mitigazione, promuovendo un equilibrio tra produttività, sostenibilità e resilienza ambientale.

Bibliografia

CMCC: CMCC Foundation

Come sta l'Italia?: "Come sta l'Italia?": il report sugli eventi meteorologici fuori dall'ordinario - IFAB International Foundation

Copernicus Climate Change Service (C3S): About us | Copernicus

ENEA: Home

European Commission (2025). *Weak signals in Science and Technologies – 2024. Technologies at an early stage of development that could impact our future.*

European Environment Agency: European Environment Agency's home page

Fondazione Return: Fondazione Return

Grow Green Project (2025). https://growgreenproject.eu/city-actions/modena/

Horizon Europe: Home - Horizon Europe

ISPRA: homepage — Italiano

Italian Institute for the Future (2025). *Emerging Long-Term Megatrends: Dieci cambiamenti destinati a influenzare il nostro futuro.*

Osservatori Politecnico di Milano: Home - Osservatori Digital Innovation del Politecnico di Milano

PNIEC: Energia e Clima 2030 | Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

The European Green Deal: European Environment Agency's home page


iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT


bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence


POLITECNICO
MILANO 1863
SCHOOL OF MANAGEMENT


osservatori.net
digital innovation


E3
E3 CLIMATE INDEX


cmcc
Centro euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici


MEEO


MISTER
SMART INNOVATION


lookin


cima
RESEARCH
FOUNDATION


HESPLORA


cns
CONSORZIO
NAZIONALE
SERVIZI


SCS
CONSULTING
make your future happen




opernicus
Europe's eyes on Earth


SaferPlaces


CINECA


corintea


ILLUMIA
OLTRE L'ENERGIA


WATER


FadeOut


LATITUDO 40


CRIF
Together to the next level


Leitha


ItaliaMeteo


Return

Per citare il report

Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo (2025). "Osservazioni su... CAMBIAMENTI CLIMATICI ED EVENTI ESTREMI. Tendenze e applicazioni del Supercalcolo, Big Data e Quantum Computing". www.osservatorio.supercomputing-icsc.it

In concomitanza con il report, l'Osservatorio organizza un **webinar** sullo stesso tema. Il webinar ospita esperti, ricercatori e professionisti dell'innovazione che si interessano al tema in oggetto, per condividere casi d'uso e applicazioni future con la community.

Iscriviti o riguarda il webinar su
https://osservatorio.supercomputing-icsc.it/eventi/live-webinar-osservazioni-su-cambiamenti-climatici/

L'Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo è un progetto del Centro Nazionale di Ricerca in High-Performance Computing, Big Data e Quantum Computing.

Realizzato e gestito da IFAB (International Foundation Big Data and Artificial Intelligence for Human Development), l'Osservatorio ha un focus privilegiato sulle PMI, sulle Pubbliche Amministrazioni e sulle Comunità.

L'attività dell'Osservatorio consiste nel mappare le più avanzate innovazioni tecnologiche, elaborare scenari futuri per lo sviluppo degli ecosistemi della ricerca e dell'innovazione e creare occasioni di incontro per i membri di questi ecosistemi.

Leggi questo e altri report su
www.osservatorio.supercomputing-icsc.it/report/