



INDICE

Affrontare il cambiamento climatico, tra mitigazione ed adattamento **PAG. 1**

Verso la transizione verde: il Green Deal europeo **PAG. 3**

Fazzini: "La realtà è più complessa, i segnali climatologici evidenziano nevicate meno frequenti ma più intense" **PAG. 5**

Valle D'Aosta - Canali a pelo libero e sistemi innovativi di monitoraggio e allertamento **PAG. 8**

La "sensor integration" per un mondo più sicuro: i risultati di CAE e Fondazione Politecnico **PAG. 13**

Affrontare il cambiamento climatico, tra mitigazione ed adattamento

Nel numero scorso abbiamo commentato la bozza di "recovery plan" per la spesa dei fondi "Next Generation EU" pubblicata il 12 gennaio. In questo numero offriamo un approfondimento su un altro strumento molto ricco, circa 1.000 miliardi di Euro in 10 anni per l'intera Unione Europea, che va sotto il nome di "Green Deal" ed è pensato per un'economia più verde e con zero emissioni.

Tra coloro che il cambiamento climatico lo studiano "sul campo" da anni vi è il Prof. Massimiliano Fazzini, climatologo e nivologo presso INGEO, il Dipartimento di Ingegneria e Geologia dell'Università degli studi "G. D'Annunzio" di Chieti-Pescara. Attualmente impegnato come meteorologo ufficiale dei mondiali di sci a Cortina d'Ampezzo, lo abbiamo intervistato per capire di più sulla relazione fra cambiamento climatico e nevicate sulle nostre montagne.

Compagnia Valdostana delle Acque (CVA) ha la produzione di energia pulita come sua missione principale e la sostenibilità come impegno concreto per il benessere delle persone e dell'ambiente. Questa azienda trasforma la forza di acqua, sole e vento in 2,9 miliardi di kWh l'anno, preservando il territorio e l'ecosistema naturale. Tra gli asset principali di questa realtà vi sono canalizzazioni e centrali idroelettriche, gestite e concepite per valorizzare le risorse idriche in aree montane, unendo alla generazione di energia la tutela costante dell'ambiente alpino. In questo

numero descriviamo innovativi sistemi di monitoraggio, orientati a tenere sotto controllo il livello dell'acqua lungo gli oltre 30 chilometri di canalizzazioni che convogliano la risorsa verso due di queste centrali idroelettriche.

Concludiamo raccontando gli esiti di una collaborazione virtuosa fra CAE ed il Politecnico di Milano,

nella quale la scienza del "sensor integration" è stata declinata su due prodotti orientati a rendere il mondo più sicuro. Con il coordinamento del Prof. Menduni, il team ha messo a punto due prodotti computazionali: "Smart Slope" relativo alle soglie di innesco di dissesti gravitativi superficiali e "Smart Channel" sul controllo in tempo reale del funzionamento di canali a pelo libero. ■

TORNA ALL'INDICE

Verso la transizione verde: il Green Deal europeo

Un piano rivoluzionario in grado di combattere il cambiamento climatico per rendere sostenibile la produzione di energia e gli stili di vita dei cittadini. È il Green Deal europeo, annunciato un anno fa dalla Presidente della Commissione Ursula Von der Leyen.

«Il Green Deal trasformerà l'Unione Europea in una società giusta e prospera, con un'economia di mercato moderna, dove le emissioni di gas serra saranno azzerate e la crescita sarà sganciata dall'utilizzo delle risorse naturali», aveva dichiarato. Un piano per la transizione verde diventato ancora più urgente a un anno dallo scoppio dell'emergenza sanitaria mondiale causata dal Coronavirus, che ha accelerato gli scenari più cupi che gli scienziati proiettavano per un futuro lontano, in assenza di interventi incisivi strutturali sul taglio delle emissioni.

Il Green Deal è un pacchetto di risorse senza precedenti. Il Piano sarà finanziato da investimenti pubblici e privati per un impiego di circa 1000 miliardi di euro per i prossimi dieci anni. Svolgerà un ruolo cruciale anche il Next Generation EU, lo stanziamento di 750 miliardi di euro sotto forma di prestito agli Stati membri, strumento che si aggiunge al Bilancio europeo. Sarà infatti finanziato quasi totalmente con l'emissione di titoli sui mercati da parte della Commissione europea. All'Italia spettano 209 i miliardi di euro concessi per la rinascita e la modernizzazione del Paese. Il 12 gennaio scorso il Consiglio dei Ministri dimissionario del governo Conte aveva licenziato la bozza di 270 pagine, il cosiddetto Piano di Ripresa e Resilienza, che ogni paese europeo era tenuto a presentare per poter ricevere i fondi, di cui il 37% sarà destinato direttamente agli obiettivi del Green Deal.



Infine, una quota dei fondi strutturali europei sarà destinata a favorire le economie circolari insieme a un altro strumento fondamentale, il cosiddetto Fondo per la transizione giusta, pari a sette miliardi e mezzo di euro, che ha come obiettivo il sostegno di quelle regioni europee che dipendono totalmente dai combustibili fossili e che servirà a finanziare iniziative sostenibili affinché nessun paese rimanga indietro.

Le aree di intervento

Il Green Deal si articola in una serie di macro-azioni che si realizzeranno nei prossimi trent'anni e che interesseranno più di 10 milioni di persone, in una tabella di marcia molto rigorosa. Le aree di intervento principali interesseranno **trasporti, energia, agricoltura, edilizia e settori industriali come acciaio, cemento, TIC, prodotti tessili e sostanze chimiche.**

L'obiettivo principale del Green Deal è la promessa di azzerare le emissioni da gas serra entro il 2050

con una prima riduzione della quota di emissioni al 50-55% entro il 2030. Una **climate neutrality** che si può ottenere attraverso una transizione energetica in diversi settori:

- **energia elettrica** - L'impiego di combustibili fossili nella produzione di energia elettrica produce il 75% di emissioni di gas serra. Produrre energia pulita significa impiegare al 100% le fonti rinnovabili. È una sfida soprattutto per i Paesi dell'Est Europa dove l'impiego di quest'ultime è praticamente nullo. Infatti, l'80% di energia elettrica prodotta per esempio dalla Polonia proviene dal carbone. Ma non solo in questi Paesi. Nel 2015 esistevano 128 miniere di carbone in 12 stati membri e 207 centrali a carbone in 21 Stati dell'Unione europea;
- **mobilità** - In Europa i trasporti generano un quarto delle emissioni. Sarà fondamentale favorire l'uso di veicoli smart, elettrici e a idrogeno e potenziare i trasporti pubblici su rotaia;

- **edilizia** - Favorire la ristrutturazione di edifici e case private che producono una quota eccessiva di emissioni e contribuiscono all'aumento del microclima;
- **biodiversità** - La tutela è un imperativo imprescindibile dato che l'81% delle aree naturali europee versa in cattive condizioni. Obiettivo che la Commissione intende raggiungere attraverso una serie di azioni tra le quali una nuova strategia forestale e misure a sostegno di catene del valore prive di deforestazione;
- **agricoltura e alimentazione** - Limitare l'utilizzo di pesticidi e di fertilizzanti incentivando la produzione biologica e azzerare l'impiego di antibiotici nell'uso veterinario.

Dopo un anno eccezionale e veramente difficile non possiamo permetterci di trovarci impreparati. Il Green Deal può davvero rappresentare un'iniezione di speranza per il pianeta e per le future generazioni. ■

TORNA ALL'INDICE

Fazzini: “La realtà è più complessa, i segnali climatologici evidenziano nevicatae meno frequenti ma più intense”

Abbiamo raggiunto al telefono Massimiliano Fazzini, climatologo e nivologo presso **INGEO**, il Dipartimento di Ingegneria e Geologia dell'Università degli studi “G. D'Annunzio” di Chieti-Pescara, nonché meteorologo ufficiale, insieme al suo team, dei campionati mondiali di sci alpino che si stanno svolgendo in questi giorni a Cortina d'Ampezzo.

Il punto di vista di un uomo di scienza sulla stagione invernale che sta per concludersi e sulle previsioni legate al cambiamento climatico, esprime la complessità della materia e ci restituisce un quadro reale della situazione, ben lontano da previsioni apocalittiche e posizioni di parte.

L'inverno che sta per terminare si è contraddistinto, rispetto agli anni passati, come moderatamente rigido, almeno al Nord e nell'arco alpino e appenninico sono cadute abbondanti nevicatae. Aprendo lo sguardo in Europa ci sono stati fenomeni nevosi eccezionali come, ad esempio, la tempesta Filomena in Spagna. Può darci un suo commento sulla stagione invernale che sta per terminare e se è cambiato e come il clima invernale rispetto agli anni passati?

“È una domanda molto sensata, perché è vero che stiamo vivendo un inverno pieno di estremi climatici. Considerando le statistiche si sono registrati fenomeni meteorologici molto intensi, caratterizzati da un freddo a tratti pungente, al Nord e sbalzi notevoli di temperatura a brevi distanze temporali. Nell'Europa settentrionale, invece, c'è stata una incredibile mitezza alternata a brevi fasi di freddo intenso accompagnate da nevosità eccezionale. In Italia l'inverno è tornato ad essere nevoso e fresco al Nord. Dal punto di vista igrometrico le cumulate



nivometriche possono essere definite molto abbondanti, ma non eccezionali. I dati ci dicono che mediamente ogni sei stagioni invernali nevicatae in modo abbondante. Quindi le nevosità di questo inverno appaiono eccezionali e abbondanti semplicemente perché non siamo più abituati ad avere inverni nevosi, neppure alle quote medie dei sistemi alpini e appenninici. I fenomeni sono stati peraltro realmente abbondanti nei settori centro-orientali delle Alpi e sui settori liguri e toscano-emiliani dell'Appennino, mentre sull'arco alpino occidentale le cumulate si sono complessivamente rivelate nella media climatica recente. Nell'Appennino centro meridionale è nevicato significativamente sulle alte quote del versante tirrenico, ma complessivamente le cumu-

late sull'intera catena montuosa si sono rivelate del 20% sotto la media, secondo i dati ufficiali dei Carabinieri-Forestali”.

Questi numerosi eventi meteorologici derivano dal cambiamento climatico in atto?

“La statistica ci dice che quando si verificano eventi rari, isolati, non dipendono dal cambiamento climatico. Questi si definiscono **outlayer statistici**. Se invece si verificano frequentemente eventi atmosferici di una certa importanza, allora possono dipendere dal cambiamento climatico in atto. Se ad esempio nelle prossime due-tre stagioni invernali avremo forti scarti positivi nelle cumulate nivometriche, allora non saranno considerate stagioni eccezionali e tale segnale climatico sarà probabilmente legato al climatic change.

Bisogna sottolineare che negli ultimi 20 anni, al contrario di quello che ci si ostina a ripetere, su Alpi e Appennini, a quote di riferimento di circa 1500 metri, la nevosità tende complessivamente ad aumentare, tranne che sulle Alpi occidentali.

La realtà è più complessa: i segnali meteorici dicono che le nevicate sono meno frequenti e più intense e di conseguenza le cumulate sono via via sempre più cospicue. Allo stesso tempo, sta diminuendo la persistenza continua della neve al suolo a causa dell'evidente e intenso aumento delle temperature. È quindi un segnale complessivo molto difficile da spiegare soprattutto alla mesoscala¹ ed evidenza palese che servono serie storiche più lunghe per capire l'interdigitazione² tra le estremizzazioni meteorologiche e il cambiamento climatico”.

E per quanto riguarda gli scenari futuri? Cito, per esempio, le simulazioni condotte dal Federal Office of Meteorology and Climatology di Meteoswiss che rilevano che da qui al 2050 le precipitazioni invernali potrebbero aumentare dell'11% rispetto alla media 1981-2010, se non si interviene con misure di contrasto al Global Warming.

“In un mondo complessivamente più caldo è una anomalia su scala europea che possa nevicare di

più. Il problema è a monte: la riduzione delle emissioni di gas serra non deve essere rapidamente perseguita solo per contrastare la crisi climatica, ma anche per avere una qualità dell'ambiente fisico migliore. È un nostro diritto. Questi modelli di simulazione vanno comunque presi con le molle. Scenari futuri dell'IPCC hanno evidenziato numerosi errori, ad esempio, prevedendo che nel centro-sud le precipitazioni estive e autunnali sarebbero severamente scemate, ma abbiamo visto che non è stato così. È importante leggere gli **output** degli scenari con estrema cautela. Dobbiamo arrivare di base a una riduzione di emissioni di gas serra e quindi alla piena applicazione dell'Agenda ONU 2020-30”.

In relazione al fenomeno delle valanghe che effetto hanno le nevicate abbondanti?

“Negli ultimi anni, statisticamente, assistiamo ad una maggiore frequenza di nevicate intense, con masse volumiche del manto nevoso spesso fino ad alte quote, quindi il **pericolo valanghe** tende a incrementarsi in virtù della mancanza di certe tipologie di coesione. In tali evidenze climatologiche, il rischio e la pericolosità in un ambiente innevato tende a crescere, soprattutto su Alpi e Appennini, i rilievi più antropizzati del mondo. Quindi è necessario essere sempre più attenti nella valutazione delle condizioni meteorologiche alla scala locale, in relazione alla stabilità del manto nevoso. Bisogna consultare i bollettini nazionali e regionali sul pericolo valanghe e, se la situazione è rischiosa, evitare un'escursione o la sciata per non mettere a rischio la propria vita. Insomma, serve più senso civico e rispetto per la montagna.

Per un climatologo-nivologo quando si verificano incidenti mortali è una sconfitta, perché significa che non riusciamo a far passare il messaggio che la natura merita sempre più attenzione rispetto al **forcing climatico** che la rende sempre più pericolosa”.

Lei fa parte del comitato scientifico ed è previsore ufficiale dei campionati mondiali di sci alpino che si

stanno svolgendo a Cortina. Può illustrarci il suo lavoro?

“Sono il meteorologo ufficiale e fornisco previsioni dapprima di *short and medium range* e, durante le competizioni, di *nowcasting* a chi lavora in pista, fornendo informazioni operative. Un lavoro costante rispetto ai fenomeni atmosferici, iniziato due mesi fa, ai primi di dicembre, con un contatto assiduo con l'organizzazione per la pianificazione di tutte le attività legate alla produzione di neve tecnica, alla lavorazione e alla cosiddetta barratura delle piste. Quindi il mio lavoro è di due tipi:

- 1) meteo-climatologico statistico e a tratti deterministico, finalizzato alla preparazione delle piste, per preparare e garantire al massimo la qualità dei tracciati;
- 2) un lavoro puntuale durante le gare che deve por-

tarne alla garanzia dello svolgimento regolare e nella massima sicurezza per gli atleti delle competizioni.

Il regolamento FIS evidenzia che non si può andare oltre la data di chiusura dei giochi (ndr, 21 febbraio 2021), cioè dobbiamo garantire lo svolgimento delle competizioni; evidentemente alcune gare possono essere rinviate e persino annullate. Ci sono infatti dei precedenti: a causa di forti condizioni di maltempo o mancanza di neve sono state annullate alcune gare come durante i campionati in Sierra Nevada, in Spagna”.

La ritroveremo anche alle Olimpiadi di Cortina nel 2026?

“Speriamo di dare continuazione a questo progetto importante”. ■

Note

1. Nella meteorologia sinottica si riferisce alla scala spaziale in cui i sistemi frontali si evolvono in tempi dell'ordine di 6÷12 ore, minori di quelli relativi alla scala spaziale sinottica, che è maggiore (24÷48 H) - fonte Treccani.
2. L'intreccio.

TORNA ALL'INDICE

Valle D'Aosta - Canali a pelo libero e sistemi innovativi di monitoraggio e allertamento

Compagnia Valdostana delle Acque (CVA) ha la produzione di energia pulita come sua missione principale e la sostenibilità come impegno concreto per il benessere delle persone e dell'ambiente. Questa azienda trasforma la forza di acqua, sole e vento in 2,9 miliardi di kWh l'anno, preservando il territorio e l'ecosistema naturale. Tra gli asset principali di questa realtà vi sono

canalizzazioni e **centrali idroelettriche**, gestite e concepite per utilizzare e valorizzare le risorse idriche in aree montane, risultato di un indissolubile legame tra l'uomo e l'acqua all'origine dell'energia elettrica che arriva nelle nostre case. Un rapporto ricco di storia, di cultura e di rispetto reciproco che da alcuni anni coinvolge anche CAE e che unisce alla generazione di energia la tutela costante dell'ambiente alpino.

I sistemi di monitoraggio, orientati a tenere sotto controllo il livello dell'acqua lungo le canalizzazioni che convogliano la risorsa verso le centrali idroelettriche, sono stati installati su due impianti specifici: "Chavonne" e "Hône 2".

La centrale idroelettrica ad acqua fluente di Chavonne è entrata in funzione nel 1922. A differenza di quanto ci si aspetterebbe, non è situata

CVA.





vicino all'alveo del fiume, ma a mezza costa per poter scaricare le acque turbinate nel canale derivatore della centrale di Grand Eyvia, a beneficio di quest'ultima e dell'impianto di Aymavilles. La centrale di Chavonne deriva le acque dalla Grand Eyvia, alle quali si aggiungono il Nomenon e successivamente, attraverso una lunga galleria, anche quelle della vallata laterale del Savara. L'impianto di Chavonne produce energia idroelettrica rinnovabile ed è in grado di erogare ogni secondo 7 m³ alle 5 turbine Pelton installate, che insieme raggiungono la potenza totale di 27 MW.

L'impianto idroelettrico ad acqua fluente di Hône 2, situato nell'omonimo comune, è caratterizzato dal suo canale derivatore lungo 12.830 metri, realizzato a mezza costa seguendo le curve di livello dei ripidi fianchi della vallata del torrente Ayasse. Alcuni tratti del canale sono stati costruiti in galleria per superare gli strapiombi di roccia e al tempo stesso per proteggerlo da frane

e slavine. L'impianto utilizza l'energia dell'acqua proveniente dai torrenti del bacino imbrifero. Nel periodo invernale si aggiungono anche le acque rilasciate dai bacini dei laghi Miserin e Vercoce. La centrale idroelettrica è dotata di tre turbine di tipo Pelton dalla portata al secondo di 2 m³. Questo equipaggiamento garantisce all'impianto una potenza complessiva di 11 MW.

Il corretto funzionamento di queste due centrali è strettamente legato alla buona salute dei circa 30 chilometri di canali che, a pelo libero e parzialmente coperti, derivano e conducono le acque verso le centrali. È proprio a queste infrastrutture che CVA dedica da sempre molta attenzione, con importanti e continui investimenti, programmi di monitoraggio e manutenzione. Il contributo di CAE è dedicato proprio a rafforzare queste attività, con la predisposizione di punti di monitoraggio idrometrico in tempo quasi reale lungo questi canali. In tale ottica la società ha ritenuto che fosse importante disporre di un



adeguato numero di dati sui livelli idrici nei canali lungo tutto il loro percorso.

Tra novembre 2018 e novembre 2019, per ciascun sito di intervento sono stati effettuati:

- sopralluoghi esecutivi specifici per verificare le condizioni di installazione;
- prove di collegamento con moduli radio **CAE Acti-Link**, tecnologia wireless, e le stazioni automatiche previste;
- verifica di **segnale UMTS/GPRS**, per consentire la visualizzazione dei dati da remoto e la trasmissione degli stessi al Centro di Controllo disposti sul territorio regionale.

Sia per il canale della presa di Hône 2 che per i canali di Chavonne sono stati eseguiti tutti quegli interventi di messa a punto a seguito dei test precedenti e si è provveduto all'instal-

lazione dei piezometri in concomitanza con l'attività di manutenzione del canale e quindi di svuotamento degli stessi dall'acqua.

Per questi due progetti sono stati dunque complessivamente installati:

- n. **33 punti di misura**, per l'acquisizione del **livello dell'acqua** tramite misure piezometriche mediante il **sensore PLM10** e **modulo Acti-Link** per il collegamento **wireless** sia per i punti di misura che per l'opera di presa ed il Centro di Controllo;
- n. **4 stazioni di acquisizione Mhaster data-logger** con pannello solare e batterie tampone, due per ogni impianto, capaci di collegarsi **wireless** ad ognuno dei punti di misura.

A completare la dotazione tecnologica di moni-



toraggio fornita da CAE a CVA vi sono anche 2 stazioni automatiche termopluviometriche, installate nei pressi di Poignon e Fenille.

Il **Centro di acquisizione** dati di CVA raccoglie i dati tramite **router** mediante l'uso di **software DATALIFE**, per l'acquisizione, la gestione, comunicazione e interazione via GPRS fra i vari componenti del sistema di monitoraggio proposto da CAE.

La **visualizzazione** dei dati raccolti è disponibile alla visione in loco su **schermo LCD della stazione**, da remoto tramite il **Web Server** installato su ogni data-logger e, sempre da remoto e in modo aggregato, tramite **AEGIS**, software web based, raggiungibile e fruibile con i più comuni browser previa autenticazione, che consente la **rappresentazione geospaziale delle informazioni provenienti dal sistema di monitoraggio ed early warning**. Nella stessa centrale opera anche DATASCAPE per la condivisione Open dei dati con interfacce standard basate su Web Ser-

ver con tecnologia RESTful.

A completare il set di software specifici per questi sistemi di monitoraggio, vi sono anche alcuni strumenti per impostazione di soglie per ogni singolo punto di misura, tramite apposita sezione del sito web incluso nella stazione Mhaster. Il dato, infatti, può essere raccolto per visualizzare **trend** e monitorare che il **livello dell'acqua** sia sotto ad una certa soglia. All'eventuale superamento della **soglia** prestabilita possono scattare segnali tramite notifica o SMS.

Sono altresì fornite **2 workstation** per l'acquisizione e visualizzazione dei dati, una a Châtillon presso gli uffici di Ingegneria Civile di CVA, e l'altra a Chavonne presso la centrale idroelettrica. Dal 1° dicembre del 2020, CAE effettua la **manutenzione delle centraline idro-meteorologiche** di alta montagna nella regione Autonoma della Valle d'Aosta.

A tal proposito, CAE è stata scelta da CVA, non solo per la qualità indiscussa degli apparecchi,



ma anche perché ha già testato l'efficienza CAE nella **manutenzione correttiva e preventiva** oltre che per l'assistenza garantita 24/7 con tecnici specializzati sia da remoto che a campo. Affinché tutto questo continui nel migliore dei

modi, limitando malfunzionamenti al sistema di monitoraggio, CAE offre 12 mesi di garanzia, comprendente materiali e manodopera per tutti i guasti dovuti a difetti di produzione o installazione. ■

TORNA ALL'INDICE

La “sensor integration” per un mondo più sicuro: i risultati di CAE e Fondazione Politecnico



CAE è specializzata in **sistemi di allertamento** capaci di **mitigare il rischio** attraverso l'attivazione di allarmi locali o la segnalazione alle autorità preposte dei pericoli, più o meno imminenti. L'integrazione di questi sistemi locali con le reti geograficamente più distribuite, come quelle afferenti ai Centri Funzionali Decentrati delle Regioni, costituisce un grande valore aggiunto per tutti i livelli coinvolti.

Al fine di rafforzare la sua offerta e disporre di soluzioni sempre più efficaci, adatte per determinati scenari di rischio, CAE ha deciso di investire in ricerca e di coinvolgere “Fondazione Politecnico” nella realizzazione di un progetto ambizioso, denominato “L-Link2, progetto di ricerca per rafforzare le attività di gestione dell'emergenza a livello locale”.

Lo scopo del progetto, in termini di prodotto, è

stato di rendere disponibili modelli **market ready** di integrazione di dati provenienti da più sensori di classi diverse. Per questo sono stati messi a punto due prodotti computazionali: “Smart Slope” relativo alle soglie di innesco di **dissesti gravitativi superficiali** e “Smart Channel” sul controllo in tempo reale del funzionamento di canali a pelo libero.

Il gruppo di lavoro del Politecnico di Milano, coordinato dal Prof. Giovanni Menduni in veste di responsabile della ricerca, è stato impegnato sia in studio sia in campo per un periodo complessivo di quasi due anni, includendo l'Ing. Ilaria Boschini, l'Ing. Federica Zambrini e l'Ing. Manuel Bertulesi. Al fine di testare le soluzioni che venivano messe a punto, il team ha poi lavorato a dei veri e propri casi applicativi. In particolare, sono stati impiegati dati e informazioni gentilmente concessi, a scopo di ricerca, dalla Società Valdostana delle Acque e

dalla Regione Valle d'Aosta.

Uno dei lati innovativi dell'intero progetto è stato l'utilizzo dello schema logico di **sensor integration**, la cui applicazione ed evoluzione può arrivare a livelli per cui un sistema intelligente, equipaggiato con diversi sensori, può interagire e operare in un ambiente sconosciuto e in continua evoluzione senza il controllo umano. Laddove lo spazio d'azione non è conosciuto a priori, i sensori possono investigare e continuamente aggiornare il modello del mondo circostante. Si tratta di una materia relativamente recente e negli ultimi anni sta crescendo l'interesse nell'uso sinergico di più sensori per accrescere le capacità e possibilità di macchine e sistemi intelligenti.

Spesso i canali adduttori alle centrali idroelettriche sono installati su versanti impervi, caratterizzati da **criticità idrogeologiche** e a quote che potrebbero comportare l'inaccessibilità nel periodo invernale. La sorveglianza di questo tipo di infrastruttura critica è quindi difficoltosa ed è necessario ricorrere al monitoraggio da remoto. La necessità del monitoraggio di questo tipo di infrastruttura lineare è un tema emergente e la ricerca ha generato un prodotto denominato "Smart Channel".

La concettualizzazione del canale è affidata a un modello di moto vario con integrazione delle equazioni complete del De Saint-Venant secondo uno schema implicito. Tale aspetto è affrontato attraverso lo sviluppo ad hoc di uno specifico codice di calcolo. L'output del modello matematico, implementato con opportune condizioni al contorno, fornisce la conoscenza dello stato normale di esercizio del canale e consente quindi una valutazione dello scostamento dallo stato di esercizio effettivo attraverso il confronto con i dati acquisiti dagli strumenti.

La **data integration** consente quindi di ottenere uno strumento di supporto alle decisioni da parte dell'operatore addetto al controllo impiantistico. Il

sistema consente infatti di identificare e localizzare problematiche strutturali del canale quali rotture e frane di sponda o presenza di corpi estranei che ne ostruiscono il flusso. In questo modo l'operatore può decidere se e come intervenire, facendo una valutazione sulla pericolosità dell'anomalia ai fini della produzione e dell'eventuale generazione di scenari di rischio sul territorio. Si pensi ad esempio a una perdita del canale che può comportare l'imbibizione del versante a valle dello stesso e conseguentemente una frana superficiale.

Il prodotto "Smart Slope", così come concepito, è uno strumento in grado di fornire informazioni riguardo la sicurezza di persone, edifici, infrastrutture ed è pertanto indiscussa la sua utilità nel campo della protezione civile e nella gestione di infrastrutture critiche. L'integrazione dei dati orari di pioggia spazializzati su una superficie statistica con una maglia di dimensioni pari a quelle di computazione per il modello dell'equilibrio della coltre detritica permette di ottenere un sistema in grado di prevedere l'evoluzione della saturazione del terreno in aree particolarmente soggette a fenomeni gravitativi degli strati superficiali.

"Smart Slope" consente di valutare la predisposizione all'innescò di fenomeni superficiali in relazione alla pioggia registrata dagli strumenti di misura installati in prossimità dell'area. Il prodotto comprende una parte consulenziale di analisi del problema, un set di sensori e il relativo sistema di trasmissione, la acquisizione dei dati geometrici/topografici a supporto del modello e una customizzazione del software per il caso in esame oltre che alla customizzazione della dashboard di visualizzazione.

Lo strumento è particolarmente indicato per territori montani caratterizzati da versanti acclivi e quote non troppo elevate, dove è fortemente presente il fenomeno di dissesto gravitativo della coltre detritica. ■

CAE MAGAZINE

Direttore: Guido Bernardi

Direttore responsabile: Enrico Paolini

Redattori: Riccardo Galvani, Simone Colonnelli, Tran Thu Trang, Federico Pasquini, Emanuela Pedrini

Segretaria di redazione: Emanuela Pedrini

Per riferimento: <https://www.cae.it/ita/magazine-hm-29.html?mId=83>

