

*Domenica 23 febbraio 2014*

## **La difficile arte delle previsioni meteo e delle ricadute sul terreno**

"Riunioneeee!". La voce di Francesca Pittaluga risuona alle 10.30 di una mattina come ce ne sono tante nella sede del Servizio idrologico regionale. Le previsioni meteo non sono buone, il LAMMA lo ha appena comunicato. Fra due giorni poverà di nuovo e per almeno 48 ore su un terreno già zuppo d'acqua. E allora c'è da lavorare. Dalle varie stanze della sede pisana, affacciata sul lungarno Pacinotti, si corre tutti nella sala col grande tavolo ovale. Lei è già lì che li aspetta, i suoi uomini, ingegneri, geologi, agronomi, informatici, che ogni giorno masticano pane e previsioni, calcoli e modelli. Sanno cos'è la calma paziente della scienza e cosa la lucida prontezza dell'emergenza. Tempi lunghi, tempi fulminei. Fuori, appena di là dalla strada, l'Arno scorre, monito costante della potenza silente dell'acqua. Dentro, Francesca Pittaluga, dirigente responsabile del Servizio idrologico che gestisce anche il Centro funzionale regionale (CFR), in cinque minuti ha raccolto le fila: chi fa che cosa, è tutto chiaro. Ok si parte.

### **>>> Il sito del CFR**

Previsioni, simulazioni, valutazioni, briefing, emissioni di avvisi di criticità. Negli uffici è scattata la macchina dei tempi rapidi e quindi del tempo reale. Dietro la quale c'è sempre la macchina del tempo differito, degli studi. Ma tutto questo noi non lo vediamo. Tra due giorni vedremo che qua fuori si metterà a piovere. Ci affacceremo alle spallette dei fiumi, li guarderemo ansiosi gonfiarsi, sapremo che c'è un allerta meteo della Protezione civile, che magari non sarà il caso di sostare a lungo nei garage interrati, ascolteremo le indicazioni del sindaco. Aspetteremo notizie e consulteremo il meteo. Mentre negli uffici pisani, testa bassa sui computer, non si smetterà un attimo di lavorare, in collaborazione con il LAMMA e in contatto con la Protezione civile. Si faranno ancora previsioni, simulazioni, valutazioni, briefing, emissioni di avvisi di criticità, turni H24 finché l'emergenza non passerà. E allora cambierà il ritmo negli uffici di Lungarno Pacinotti. E si potrà tornare a studiare con calma.

Sentinelle super specializzate? Presenti. Eccole, in Toscana sono qua i cervelli e gli strumenti di uno dei settori più attivi e efficienti. Anche se la gestione del CFR è particolarmente impegnativa e richiede un potenziamento rispetto alla situazione attuale, la passione e l'impegno dei previsori hanno ad oggi garantito un servizio tra i più qualificati a livello nazionale.

### **Tempo reale e tempo differito. Ovvero il CFR ed il SIR**

La risorsa idrica, questione complessa. Ma al Servizio idrologico regionale (SIR) la conoscono bene in tutti i suoi aspetti, in tutti i suoi viaggi. Da quando si annuncia sotto forma di pioggia, a volte

sfrontata con scarsissimo anticipo, a quando arriva, esagerata, oppure scarsa. Leggera, o violenta, temibile o benedetta. E poi scorre e si deposita. A volte troppa, negli alvei dei fiumi e dei torrenti che stentano a contenerla e in certi casi non ce la fanno. Sulla terra, che beve e si disseta ma che poi, senza la cura di chi la recinge, la dissoda, la coltiva, o gravata da mattoni pesanti e sconvenienti, può alzare bandiera bianca e cedere. Le conoscono e le seguono le acque, fino giù, nella profondità, dove vanno a ricaricare la falda nelle stagioni fredde, serbatoio vitale in estate, fino ad arrivare ancora più giù, dove si fanno risorsa preziosa e intangibile perché esauribile. Tutto questo studiano al Servizio Idrologico regionale, grazie alla gestione della rete di rilevamento dei dati ambientali (fatta da pluviometri, termometri, anemometri, igrometri, idrometri, freatimetri). Dati che vengono registrati dalle stazioni, validati, quindi pubblicati sul sito e che diventano fonte ufficiale.

### **>>> Il sito del SIR**

Il SIR, nato nel 2001, ha ereditato le attività e le competenze dell'Ufficio idrografico e mareografico nazionale, trasferite dallo Stato alle Regioni nel 2002 in attuazione della legge Bassanini sul decentramento amministrativo. Visto che il compartimento statale aveva sede a Pisa, a Pisa il SIR è rimasto. E il SIR svolge l'attività in tempo differito, fondamentale per fare le previsioni che invece servono in tempo reale. Sul tempo reale entra in azione il Centro funzionale regionale. Perché lo Stato ha decentrato anche il sistema nazionale di allertamento ai fini di protezione civile. E così, in attuazione della Direttiva Bertolaso il SIR nel 2004 ha assunto anche la funzione di CFR nell'ambito del sistema nazionale distribuito di allertamento, entrando a far parte della rete nazionale dei Centri Funzionali Regionali, quali strutture tecniche di supporto alla Protezione civile regionale e nazionale. L'attività svolta in qualità di CFR è in collaborazione con il Consorzio LAMMA ed è ascritta tra i servizi indifferibili della Regione come attività in tempo reale per 365 giorni all'anno H24.

### **>>> Il sito del LAMMA**

Quando ci sono condizioni meteo avverse ecco che le attività del CFR assumono carattere prioritario rispetto all'attività in tempo differito e diventano punto di riferimento per l'intero sistema di Protezione civile regionale (Regione, Province e Comuni). "Tutte queste informazioni e dati – spiega Pittaluga - che fino a poco tempo fa erano considerati dati sensibili ovvero fruibili solo dagli addetti ai lavori per non creare allarmismi nella popolazione, oggi, a seguito dell'edificazione diffusa e del verificarsi sempre con maggiore frequenza di eventi estremi, rappresentano uno degli strumenti strategici della Regione Toscana proprio per promuovere conoscenza e consapevolezza nei cittadini del livello di esposizione al rischio di ciascuno e dei conseguenti comportamenti da adottare per la tutela della propria incolumità e dei loro beni. E' dunque fondamentale che la popolazione sia informata e sia informata sul livello di rischio possibile".

### **Dietro le quinte dell'Allerta meteo**

Quando piove e si mette male, l'emissione di ogni avviso di criticità dipende dal lavoro del CFR e dai suoi calcoli. Come funziona? Il Centro funzionale regionale della Toscana si articola in un settore meteo, presso il Consorzio LAMMA, ed in un settore idrogeologico e idraulico, presso il Servizio Idrologico Regionale. Il LAMMA elabora le previsioni meteo ai fini di protezione civile, cioè previsioni sui fenomeni meteorologici che possono avere un impatto sul territorio o sulla popolazione. In quest'ottica, viene prodotto ogni giorno il Bollettino di Vigilanza Meteo, un documento che segnala le situazioni in cui si prevede che uno o più parametri meteorologici (pioggia, vento, mare, neve, ghiaccio) supereranno determinate soglie di intensità.

Scatta la fase uno. Il settore idrogeologico e idraulico effettua una valutazione del possibile verificarsi, o evolversi, di effetti al suolo come frane e alluvioni su tutta la Toscana divisa in 25

zone di allerta. Si tratta di una valutazione che richiede notevoli competenze professionali nel campo dell'idrologia-idraulica e della geomorfologia, oltre che un'ampia conoscenza del territorio e delle caratteristiche dei bacini idrografici. L'individuazione del livello di criticità sul territorio regionale avviene attraverso l'analisi congiunta delle piogge previste, dello stato di saturazione del suolo, dello stato della rete idrica in generale, delle caratteristiche dell'evento di precipitazione previsto (durata, intensità, estensione, mobilità ecc.) e del potenziale superamento delle predeterminate soglie idrometriche sulle sezioni di controllo dei corsi d'acqua. Queste valutazioni sono effettuate quotidianamente e formalizzate attraverso un Bollettino di Sintesi delle criticità regionali.

"La previsione occorre farla almeno 24 ore prima, meglio se sono 36, ed è una fase difficilissima e delicata". Lo spiega Fernando Manzella, responsabile delle analisi idropluviometriche e colui che con frequenza mensile si occupa di redigere e pubblicare sul nostro sito del SIR una nota di sintesi dei report tematici periodicamente elaborati dalle varie sezioni (pioggia, portate dei fiumi, livelli delle falde, temperature) con la descrizione dell'andamento complessivo, nell'ultimo mese, del monitoraggio quantitativo regionale della risorsa idrica superficiale e sotterranea nonché delle temperature medie regionali, in rapporto ai valori storici registrati. "E' delicata – continua - perché è legata all'interpretazione critica dei dati che ci fornisce il modello idrologico. Interpretazione significa confronto con gli eventi storici pregressi. Cosa è successo in Garfagnana due anni fa, ad esempio, con la stessa quantità di pioggia che si prevede cada fra due giorni. Ma interpretazione significa anche confronto tra l'intensità delle piogge previste e il sistema di soglie pluviometriche, collegato alla possibilità del verificarsi di frane. Importante, questi dati vanno ricalibrati giorno per giorno in relazione alla situazione contingente locale".

### **L'Avviso di criticità**

Ed eccoci alla fase due, l'avviso di criticità. Ai fini della valutazione dei possibili effetti al suolo, gli scenari di criticità sono articolati su 3 livelli: ordinario, moderato, elevato. In previsione di scenari di criticità moderata o elevata, il CFR emette un avviso di criticità regionale. Da questo momento scatta il monitoraggio e la sorveglianza costanti dell'evento H24. Dal Centro funzionale escono bollettini, realizzati sempre in stretta collaborazione con il LAMMA, che descrivono la situazione e l'evoluzione ogni 6 o anche ogni 3-4 ore, a seconda della gravità del fenomeno in atto o di quello previsto.

### **Gli strumenti del mestiere**

C'è una foto in bianco e nero nella sala riunioni. "Ritrae un cosiddetto 'assistente tecnico' – illustra Manzella -, vedete, a quel tempo si andava in giacca, cravatta e cappello a misurare la portata di un fiume. Qua l'assistente si trova insieme ad un operatore durante una misurazione con teleferica". Quello è un antenato dei nostri 21 uomini del SIR. Quando l'attività è iniziata, ai primi del '900, tutto era meccanico. Meccanica la gestione della rete di rilevamento dei dati ambientali così come la validazione dei dati registrati dalla Rete stessa. Cartacea la loro pubblicazione. Oggi le stazioni pluviometriche e idrometriche sono tutte di tipo automatico. E la pubblicazione dei dati da cartacea è diventata informatica. Il che ha segnato una disponibilità del dato in tempo reale. La rete dell'ex Ufficio idrografico, che è stata nel tempo implementata, ad oggi può contare su oltre 300 stazioni (330) ed è una delle più consistenti a livello nazionale insieme a quella dell'Emilia Romagna e Piemonte. Il SIR si è inoltre dotato di una nuova rete freaticometrica costituita da oltre 100 (110) stazioni per il monitoraggio quantitativo delle acque sotterranee e di una rete mareografica costituita da 4 boe ondametriche. In poche parole è monitorato l'intero ciclo dell'acqua. Le tre diverse reti idrometeorologica, mareografica e freaticometrica nel 2014 saranno gestite da un unico soggetto, individuato tramite procedure di gara che si è conclusa nel maggio 2012. L'individuazione del gestore unico porterà a regime, nel 2015, ad un risparmio di oltre il 20% sui costi di gestione, che

vuol dire oltre 250.000 euro l'anno in meno.

### **Una miniera di dati pubblici**

I dati registrati in automatico dalle stazioni che compongono le tre reti regionali (circa 25 milioni in un anno e 60.000 al giorno) sono acquisiti dalla centrale di ricezione di Pisa e sottoposti a processi di validazione. Una volta certificati, i dati sono pubblicati sul sito [www.sir.toscana.it](http://www.sir.toscana.it), dove sono riportati anche i dati degli annali digitalizzati dal SIR e, per alcune stazioni, si hanno serie storiche di quasi 100 anni. Il sito è di facile consultazione, aperto a tutti e gratuito. Fino a qualche anno fa, prima del suo allestimento, i dati erano ceduti solo su richiesta e a pagamento. Il servizio attuale è gradito ed apprezzato in particolare dall'ambiente universitario, dai liberi professionisti (progettazione di opere idrauliche), dalle agenzie di assicurazione (pratiche di risarcimento danni), dall'Inail (pratiche per cassa integrazione). I dati sono anche oggetto di elaborazioni statistiche grazie alla pubblicazione di report mensili e annuali, in prospettiva anche stagionali, per l'analisi dell'evoluzione climatica (andamento del tempo della distribuzione delle piogge, della loro intensità, delle temperature) e dello stato delle risorse idriche superficiali e sotterranee. Complessivamente i due siti internet gestiti dal SIR registrano circa 3 milioni di pagine visitate all'anno.

### **Un cuore fatto a rete**

"Venite, entrate" – apre un portellone e ci introduce in una sorta di cabina di regia, Enzo Di Carlo, responsabile dei modelli idrologici e della rete di monitoraggio automatica del CFR - "Potremmo dire che ci troviamo all'interno del cuore del servizio idrologico. E' qui che vengono registrati e archiviati tutti i dati che riceviamo in tempo reale dalle stazioni disseminate sul territorio regionale. Questa è una sala completamente autonoma e indipendente dal punto di vista energetico perché supportata da gruppi elettrogeni e gruppi di continuità. Se anche siamo in presenza di condizioni meteo particolarmente avverse e in mancanza di energia elettrica, il servizio qua viene garantito. Da queste macchine passano tutte le informazioni del SIR e del CFR e sono monitorate 24 ore su 24 per 365 giorni l'anno".

La Regione Toscana e quindi il SIR ha una rete di monitoraggio quantitativa di tipo automatico con trasferimento di dati via radio. I dati registrati dalle stazioni presenti sul territorio sono costituiti da tutte le principali grandezze meteorologiche e dai livelli idrometrici dei fiumi e freaticometrici delle falde. Le stazioni registrano e trasmettono in tempo reale i dati di pioggia, direzione e velocità del vento, temperatura e umidità dell'aria, pressione atmosferica e radiazione e i livelli idrometrici e freaticometrici. Oltre alle stazioni di rilevamento dati a terra a partire dal 2005 è stata implementata una rete mareografica regionale con l'installazione di due boe al largo (una nei pressi dell'isola della Gorgona e una di Giannutri) e di due correntometri sottocosta (uno al Gombo a Pisa e l'altro a Castiglion della Pescaia) che permettono di registrare in tempo reale i dati significativi sul moto ondoso e quindi permettono di avere in tempo reale la situazione del mare (compresa la temperatura dell'acqua, velocità e direzione delle onde). Tutti i dati che arrivano al centro di ricezione dati di Pisa, vengono elaborati e posti sul sito del CFR in tempo reale.

La nuova rete, in fase di adeguamento e ottimizzazione, è infatti in grado di fornire dati con frequenza di aggiornamento di 15 minuti e con un ritardo massimo contenuto in 5 minuti e questo è molto utile per supportare le decisioni circa le azioni e gli interventi propri di Protezione Civile durante gli eventi estremi. In tempo reale è possibile conoscere la situazione sul territorio sia in termini di millimetri di pioggia caduta sia in termini di livelli idrometrici registrati sulle sezioni di controllo dei principali corsi d'acqua.

### **La pioggia ha cambiato volto: più violenta e più breve**

Lui è l'uomo della pioggia. Sa quanta ne cade, dove, con quale intensità. Come obiettivo ha quello di validare i dati pluviometrici provenienti dalle varie stazioni di monitoraggio in modo da avere a disposizione dati certificati che potranno poi essere usati per vari fini, analitici, statistici, divulgativi. "L'intero processo di validazione– espone Alessandro Santucci, responsabile della sezione pluviometrica - avviene seguendo regole stabilite per ogni tipologia di dato, che permettono di segnalare e di eliminare le anomalie che possono essere emerse nei dati grezzi. Il nostro settore può quindi contare su una banca dati validata e certificata in modo da divulgare quanto contiene. Emettiamo poi report nei quali studiamo la distribuzione delle piogge all'interno del territorio regionale e le loro caratteristiche. Ad esempio elaboriamo il numero dei giorni piovosi su base annuale e l'intensità della pioggia. Una di queste elaborazioni permette anche di confrontare le piogge odierne con quelle del trentennio precedente. Uno dei principali risultati osservati è che nell'arco degli ultimi 95/100 anni le quantità di piogge medie cadute su territorio regionale sono rimaste più o meno invariate. Quello che è cambiato è invece l'intensità della pioggia. Se da un lato il totale degli afflussi è rimasto uguale più o meno, dall'altro abbiamo notato che le intensità sono aumentate notevolmente. In sintesi, piove uguale ma in maniera più violenta e in un arco di tempo più ristretto". Allo stesso tempo si può misurare e monitorare la situazione quando si presentano periodi siccitosi. Nel corso degli ultimi 10 -12 anni ci sono stati tre periodi in cui la risorsa e i flussi sono stati scarsi, il 2003, il 2007 e il 2012. Un confronto possibile grazie alla disponibilità di dati validati e registrati che hanno permesso di notare vedere la differenza tra i periodi siccitosi attuali e quelli registrati e validati in passato.

### **Le bombe d'acqua?**

Nessuna sorpresa Il legame tra pioggia e temperature è innegabile. E anche questo è costantemente oggetto di osservazione da parte dei nostri studiosi. Ogni giorno si controlla la qualità dei sensori di temperatura, vento, umidità, pioggia e dei sensori mareografici (boe marine) verificando i dati trasmessi. "Qui abbiamo un esempio di un report termometrico che è iniziato quest'anno – illustra Luca Pisani responsabile sezione termometria - Nei report stagionali, ai quali a breve si aggiungeranno report mensili, si vedono le temperature medie estive dell'atmosfera confrontate con i vari trentenni. Ebbene, l'andamento termometrico nel trentennio 1981-2010 rispetto al 1971-2000 ha visto un aumento della temperatura media di 0,49 gradi centigradi. Aggiungendo gli ultimi 6 anni, con l'intento di capire se questo aumento della temperatura era effettivamente reale, abbiamo visto che la temperatura è aumentata ulteriormente di 0,03 gradi centigradi. Questo conferma sulla nostra regione la tendenza climatica verso un riscaldamento". E c'è anche un riscaldamento prolungato della temperatura superficiale del mare. In estate si raggiungono picchi di 29 gradi centigradi ma i valori medi sono piuttosto elevati fino ad autunno inoltrato-inizio inverno. Viene favorita dunque una maggiore evaporazione e un maggior contrasto termico tra la massa d'aria fredda di origine polare in ingresso nel Mediterraneo. Risultato: aumentano la probabilità di innesco di fenomeni temporaleschi sempre più intensi e di breve durata, ovvero le bombe d'acqua.

### **E' tutta una questione di portata**

Ma quanta acqua scorre nei nostri fiumi? C'è una legge regionale, la 100 del 2010 (DGRT 100/2010) che impone che il SIR svolga anche il monitoraggio quantitativo delle acque superficiali e sotterranee della Toscana. E così qua si misurano le portate dei fiumi. Lo si fa tramite la rilevazione del livello idrometrico calcolato su stazioni fisse automatiche dotate di relativa scala di deflusso. Un lavorone. Per svolgerlo si usano strumenti automatici dotati di sensore ad ultrasuoni che registrano i dati ogni 15 minuti, utilizzati anche per le attività di Centro Funzionale e quindi di Protezione Civile (ce ne sono 120 attivi). Le scale di deflusso utilizzate per ottenere i valori di portata vengono elaborate e aggiornate attraverso misure dirette della portata, attività storicamente effettuata già dall'ex Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa. "Negli anni – spiega Giancarmine Trotta, assistente tecnico del settore Idrometria - sono cambiati gli strumenti utilizzati per la misura

diretta della portata, passando da metodi tradizionali come il mulinello a metodi moderni come il trimarano a cui associamo un sensore doppler che riesce a misurare la velocità delle particelle e che quindi, attraverso sonde, manda dati al nostro computer, dandoci il profilo di velocità del fiume. A questo associamo la sezione e quindi l'area e in tempo reale abbiamo il dato di portata".

Ogni anno il SIR effettua più di 100 misure di portata sui corsi idrici individuati che vanno ad aggiornare le scale di deflusso in corso di validità e in generale il database conoscitivo. Vengono effettuate misure di portata durante le piene ma anche in estate, durante le magre, per monitorare l'andamento dei deflussi nei periodi di scarsità idrica. Tutte queste informazioni vengono elaborate ed utilizzate per la pubblicazione di report mensili e annuali in cui viene evidenziato l'andamento idrologico dei corsi idrici grazie ad analisi statistiche. Ma anche per implementare il modello idrologico utilizzato prima e durante gli avvisi di criticità.

### **Com'è, dove nasce e dove scorre sotterranea**

Falde e sorgenti, patrimoni nascosti da controllare. E infatti il SIR dal 2003 oltre a gestire le reti di monitoraggio idropluviometrica e mareografica si occupa anche del monitoraggio della risorsa sotterranea. Si chiama monitoraggio quantitativo perché si riferisce ai volumi disponibili di risorsa. Si fa sia attraverso la misura della portata delle sorgenti nelle aree di montagna sia attraverso la misura dei livelli di profondità della falda idrica nelle pianure alluvionali. Attraverso queste due misure, due indicatori, viene definito lo stato quantitativo della risorsa, indice che esprime il suo grado di sfruttamento e la sua disponibilità.

"Questa rete di monitoraggio in realtà è fatta da due reti diverse – spiega Renato Criscuolo, responsabile settore freaticometrico e del monitoraggio delle acque sotterranee – Una sui corpi idrici in roccia nelle aree di montagna e l'altra nelle pianure alluvionali. Si utilizzano anche due strumenti differenti, nelle pianure alluvionali si usano i freaticometri che non sono altro che delle sonde che vengono calate all'interno di pozzi o i piezometri. Queste sonde registrano la variazione della profondità della tavola d'acqua dal piano calpestabile. In montagna invece si usano dei misuratori di portata alle sorgenti e abbiamo quindi subito il volume di litri al secondo o in metri cubi, Sono misuratori elettromagnetici o a ultrasuoni. Al momento nelle pianure alluvionali la rete di monitoraggio freaticometrica conta più di 100 stazioni. Per la parte delle sorgenti, il lavoro è partito nel 2012 e a regime ci saranno 48 punti di misura".

Questi dati sono visibili sul sito del SIR ogni giorno. In più, ogni mese, viene fatta un'elaborazione con report mensili o annuali dove si controlla l'andamento nel tempo sia dei livelli che delle portate. Tutto questo serve a vedere lo stato quantitativo di un corpo idrico. Ovvero la risorsa che si può sfruttare. E' importante saperlo soprattutto nei periodi estivi, quando si deve controllare il livello della falda per sapere quanta risorsa possiamo utilizzare.

*Chiara Bini*