

# UNA GEMELLA DIGITALE PER IL FUTURO DELL'EMILIA-ROMAGNA

LA PIATTAFORMA VERA CONSENTIRÀ IL RILEVAMENTO E L'ACCESSO A INFORMAZIONI SU METEO E CLIMA, QUALITÀ DELL'ARIA, TRASPORTI E MOBILITÀ, NONCHÉ L'ELABORAZIONE DI BIG DATA NEL CLOUD, CON IL CONTRIBUTO DI ARPAE. FORNIRÀ STRUMENTI, APPLICAZIONI E SERVIZI BASATI SULLA NUOVA INFRASTRUTTURA INFORMATICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA.

**I**l 17 dicembre 2023 è stato presentato pubblicamente il progetto Vera. L'annuncio è avvenuto nell'ambito di una giornata seminariale sul tema "Vera. La gemella digitale dell'Emilia-Romagna: esperienze internazionali a confronto", durante la quale è stato presentato lo studio "Digital twins e smart cities. Sfide e opportunità per la mobilità, qualità dell'aria e riduzione delle emissioni" realizzato da Ifab (International foundation big data and artificial intelligence for human development), e sono state mostrate alcune esperienze internazionali in corso, quali quelle di Herrenberg (Germania) e Tallinn (Estonia), e quelle delle città di Bologna e Parma. All'incontro hanno partecipato Irene Priolo, vicepresidente della Regione Emilia-Romagna; Paola Salomoni, assessora regionale a Scuola, università, ricerca, agenda digitale e Francesco Ubertini, presidente Ifab.

L'incontro pubblico è stato preceduto al mattino da un seminario tecnico sul tema "Meteorologia, climatologia e qualità dell'aria: dalla modellistica ai gemelli digitali" nel corso del quale sono stati presentati e discussi i progetti di gemelli digitali a scala globale (DestinationEarth), europea (Glori), nazionale (Cyber Italy) e locale (Herrenberg e Tallinn). All'incontro hanno partecipato i rappresentanti di Ecmwf (il centro europeo per le previsioni meteorologiche), dell'Esa (l'Agenzia spaziale europea), del consorzio Germania-Italia-Svizzera per la modellistica meteorologica Cosmo e i rappresentanti nazionali nel comitato Copernicus, insieme al gruppo di esperti incaricato dello sviluppo del progetto. Il seminario ha permesso di individuare sinergie e collaborazioni tra questi progetti e Vera.

## Il progetto Vera

Vera (Virtualizing Emilia-Romagna air quality) è un progetto della Regione Emilia-Romagna per la creazione di un digital twin, o gemella digitale. Si tratta dello sviluppo di uno strumento in grado di simulare e prevedere le risposte del sistema territoriale e ambientale alle politiche regionali, supportando così l'assunzione delle decisioni necessarie in particolare al miglioramento della qualità dell'aria, alla decarbonizzazione e al contrasto e mitigazione dei cambiamenti climatici. Il progetto, finanziato con 3 milioni del Fesr 2021-27, nasce su indirizzo del Digital innovation hub dell'Emilia-Romagna (Diher) ed è stato sviluppato in coerenza con i piani di miglioramento della qualità dell'aria (Pair 2030, Piano aria integrato regionale), con le azioni strategiche definite nel Patto per il



lavoro e clima, con l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile della Regione Emilia-Romagna e con la Sfida 1 "Dati per il territorio" dell'Agenda digitale dell'Emilia-Romagna (Ader) 2020-25 "Data valley bene comune".

Lo sviluppo e la realizzazione del progetto operativo sono affidati alla direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente che ha costituito un gruppo di lavoro al quale partecipano il Gabinetto del presidente della Giunta regionale, la direzione generale Risorse, Europa, innovazione e istituzioni, la direzione generale Economia della conoscenza, del lavoro e dell'impresa, Arpa, Lepida, Cineca e Art-Er. Il progetto operativo prevede di strutturare il sistema Vera in una piattaforma dei servizi, in una base di dati e in vari gemelli digitali, in particolare:

- *La piattaforma di servizi di base:* fornirà strumenti, applicazioni e servizi decisionali, basati sulla nuova infrastruttura informatica Margherita della Regione Emilia-Romagna. La piattaforma consentirà il rilevamento e l'accesso ai dati, nonché l'elaborazione dei *big data* nel *cloud*. Possederà funzioni di visualizzazione e rappresentazione dei dati e degli *output* dei modelli.

- *I dati di base:* comprendono i dati provenienti da diversi *database*. La base di dati del sistema attuale verrà ampliata con i dati forniti dai sistemi di osservazione della terra dal cielo e dallo spazio, dalla piattaforma *big data* regionale e da altre basi dati nella disponibilità presente o futura della Regione. Le informazioni non saranno duplicate ma rese accessibili mediante apposite Api di interrogazione e rappresentazione. La base di dati del sistema verrà utilizzata per migliorare i dati di ingresso ai sistemi modellistici e la relativa post elaborazione dell'*output*.

- *I gemelli digitali:* verranno create e interconnesse repliche digitali basate su simulazioni e osservazioni, che coprono le diverse componenti del "sistema Regione" quali: meteorologia e clima, qualità dell'aria, trasporti e mobilità. Come si vedrà in seguito, le repliche digitali sono costituite dai modelli attualmente operativi, come Ninfa di Arpa per la qualità dell'aria, o in fase di sviluppo, come Glori (*Global-to regional icon*) messo a disposizione da Arpa. Le prestazioni di questi modelli potranno essere migliorate utilizzando i dati di base raccolti dal sistema e resi disponibili ai modelli mediante apposite funzioni di interfaccia (Api). Il sistema regionale

sarà interconnesso con le componenti a larga scala per la meteorologia, il clima e la qualità dell'aria, sviluppate nell'ambito di iniziative nazionali e comunitarie quali *DestinE* (Ecmwf), e programmi Pnrr e Mirror di Copernicus, come il modello nazionale per la qualità dell'aria Kairos operato da Arpa.

Nella fase da giugno a dicembre 2023 è stata redatta una rassegna dei dati, dei modelli e dei servizi. Questa rassegna, assieme alla rassegna dei gemelli digitali a scala urbana, costituisce la base di informazioni sulla quale elaborare lo sviluppo di un caso di uso dimostrativo delle funzionalità del sistema (seconda fase 2024). La realizzazione del prodotto finale (visualizzatore con possibilità di *what-if analysis*) è prevista per il 2027.

## Il contributo di Arpa

L'agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna (Arpa) contribuirà a Vera mettendo a disposizione del progetto le banche dati gestite dall'agenzia e le competenze presenti nella Struttura IdroMeteoClima e nel centro tematico regionale Qualità dell'aria, sui temi della modellistica meteorologica, del clima regionale, del monitoraggio e modellazione della qualità dell'aria e delle emissioni. In particolare entreranno a far parte del sistema Vera i dati di qualità dell'aria, i dati di emissione di sostanze inquinanti e climalteranti e i dati climatici.

I dati di qualità dell'aria sono rilevati dalle stazioni di monitoraggio della rete regionale, composta da 47 punti di misura in siti fissi disposti in tutta la regione, e i dati relativi alle osservazioni della rete ricerca – le cui stazioni di misura sono poste a Bologna, Rimini, Parma e San



Pietro Capofume (BO) – concernenti la composizione chimica dell'aerosol atmosferico (metalli, ioni, carbonio organico ed elementale, levoglucosano e *aerosol size distribution*).

Saranno messe a disposizione del progetto le stime emissive degli inquinanti primari prodotti dalle varie sorgenti e la loro distribuzione territoriale – PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Pts, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, Voc, NH<sub>3</sub>, B(a)P, As, Cd, Ni, Pb – fino al dettaglio comunale, raccolte nell'inventario delle emissioni compilato da Arpa secondo la metodologia Emep-Corinair. Le stime emissive dei gas climalteranti CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, compilate secondo la metodologia Ipcc "Guidelines for national greenhouse gas inventories".

Oltre ai dati del clima attuale, sono fornite le proiezioni climatiche per la regione Emilia-Romagna prodotte dall'Osservatorio clima di Arpa. Le proiezioni si concentrano sugli indici minimi stagionali, sulle temperature massime e precipitazioni sugli indici medi ed estremi. Queste simulazioni sono state realizzate attraverso metodi di *downscaling* statistico, impostando il modello sull'Emilia-Romagna utilizzando il dataset Eraclito, alimentato





dai modelli di circolazione globale Cmp5-Gcm. Le elaborazioni sono state eseguite nel quadro degli scenari di emissione Rcp4.5 e Rcp8.5 per il periodo 2021-2050.

Uno dei gemelli digitali che potrà essere interconnesso col sistema Vera è costituito da Glori in corso di sviluppo nell'ambito di una cooperazione trilaterale tra istituzioni tedesche, italiane e svizzere. Glori è un gemello digitale ad alta risoluzione da globale a regionale in grado di fornire previsioni globali a corto raggio (~3 km orizzontali), previsioni su richiesta di polvere minerale per applicazioni energetiche e polline per applicazioni sanitarie, previsione delle precipitazioni ad alta risoluzione (~500 m) per regioni selezionate, come Glori-Alps, sulla regione alpina e Glori-Med sulla penisola italiana. Glori è basato sulla capacità di previsione del modello del sistema terrestre Icon. Il *Glori digital twin* è configurabile e su richiesta, con l'obiettivo di fornire informazioni tempestive necessarie per il processo decisionale Arpae contribuisce a Vera anche con la sua esperienza ultradecennale sulla modellistica della qualità dell'aria, i principali modelli che potranno venire integrati nel sistema Vera sono rappresentati dal sistema modellistico Ninfa.

Ninfa comprende il modello fotochimico e di trasporto Chimere che utilizza i dati meteorologici elaborati dal modello Cosmo e i dati di emissioni inquinanti dell'inventario Inemar, per fornire analisi e previsioni della concentrazione in aria di decine di sostanze inquinanti. Il sistema è completato da Pesco, uno strumento geostatistico di *kriging*, per la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti e da Ibis, uno strumento statistico bayesiano per la previsione fino a tre giorni della probabilità di superamento dei valori limite di qualità dell'aria. Ninfa utilizza le condizioni al contorno fornite dal modello nazionale Kairos innestato nei modelli Cams di Copernicus.

Oltre al modello fotochimico, Arpae renderà disponibili Lapmod, un modello lagrangiano in grado di simulare la dispersione di inquinanti primari da varie tipologie di sorgenti e Riat+, un *tool* in grado di aiutare decisori e i tecnici nell'individuazione di misure e tecnologie ottimali per la riduzione delle emissioni inquinanti e di effettuare valutazione dell'impatto di variazioni emissive a scala regionale sulla qualità dell'aria usando tecniche di *machine learning*. Inizialmente l'attenzione sarà posta sulla

possibilità di raggiungere risoluzioni di qualche centinaio di metri usando in modo combinato Ninfa, modelli locali (Lapmod), modelli meteo come Glori e tecniche di intelligenza artificiale.

**Pier Paolo Alberoni<sup>1</sup>, Cinzia Alessandrini<sup>2</sup>, Matteo Balboni<sup>3</sup>, Michela De Blasio<sup>4</sup>, Gianluca Iannuzzi<sup>5</sup>, Vanes Poluzzi<sup>6</sup>, Katia Raffaelli<sup>7</sup>, Michele Stortini<sup>8</sup>, Dimitri Tartari<sup>9</sup>, Marco Deserti<sup>10</sup>**

1. Responsabile Staff modellistica meteorologica numerica e radarmeteorologia, Struttura IdroMeteoClima, Arpae Emilia-Romagna
2. Responsabile Osservatorio clima, Struttura IdroMeteoClima, Arpae Emilia Romagna
3. Area Qualità dell'aria e agenti fisici, Settore tutela dell'ambiente ed economia circolare, direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente, Regione Emilia-Romagna
4. Ph.D., Coordinamento Agenda digitale Emilia-Romagna, Gabinetto del presidente della Giunta

5. Area Qualità dell'aria e agenti fisici, settore Tutela dell'ambiente ed economia circolare, direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente, Regione Emilia-Romagna
6. Responsabile centro tematico regionale Qualità dell'aria, Arpae Emilia-Romagna
7. Responsabile area Qualità dell'aria e agenti fisici, Settore tutela dell'ambiente ed economia circolare, direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente, Regione Emilia-Romagna
8. I.F. Unità previsioni numeriche qualità dell'aria, Struttura IdroMeteoClima, Arpae Emilia-Romagna
9. Dirigente, Area di presidio delle politiche dell'Agenda digitale dell'Emilia-Romagna (Ader), Gabinetto del presidente della Giunta regionale
10. Collaboratore, direzione generale Cura del territorio e dell'ambiente, Regione Emilia-Romagna



## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Cosmo e Icon, [www.meteoam.it/it/modellistica-numerica-servizio-meteorologico-aeronautica](http://www.meteoam.it/it/modellistica-numerica-servizio-meteorologico-aeronautica), [www.cosmo-model.org/](http://www.cosmo-model.org/)
- Downscaling statistico di tipo *Perfect prog*, [www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/scopri-di-piu/scopri-proiezioni-climatiche](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/scopri-di-piu/scopri-proiezioni-climatiche)
- Cams-Kairos- Ninfa, [www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/previsioni/il-modello- previsionale-kairos](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/previsioni/il-modello- previsionale-kairos), [www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/scopri-di-piu/ approfondimenti-su-previsioni-e-valutazioni-da-modello-qa/modello- previsionale-ninfa](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/scopri-di-piu/ approfondimenti-su-previsioni-e-valutazioni-da-modello-qa/modello- previsionale-ninfa)
- Riat+, [www.riatplus.eu/html/ita/home.html](http://www.riatplus.eu/html/ita/home.html)
- Trasporti, <https://mobilita.regione.emilia-romagna.it/modellazione-dei-trasporti/ approfondimenti/modellazione-regionale-dei-trasporti-visualizzatore-dati-principali>
- Glori, [www.cosmo-model.org/content/tasks/workGroups/wg3b/docs/GLORI-A-and-TEAMx\\_20220614.pdf](http://www.cosmo-model.org/content/tasks/workGroups/wg3b/docs/GLORI-A-and-TEAMx_20220614.pdf)
- Destination Earth*, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/destination-earth-destine>
- Proiezioni climatiche, [www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/previsioni-e-proiezioni/proiezioni-climatiche/proiezioni-climatiche-in-emilia-romagna](http://www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/previsioni-e-proiezioni/proiezioni-climatiche/proiezioni-climatiche-in-emilia-romagna)
- Osservatorio clima, <https://dati.arpae.it/dataset/>