

La nuova politica spaziale europea: la missione operativa CO₂

La Commissione Europea, nell'ambito del Programma Copernicus per l'osservazione della Terra, sta progettando una missione satellitare per il monitoraggio della CO₂ antropogenica, per valutare le grandi sorgenti di emissioni (complessi industriali, centrali elettriche, aree urbane). L'utilizzo delle osservazioni satellitari di gas serra intende verificare le quantità di emissioni a livello nazionale e globale, identificando i gap informativi presenti nei dati finora disponibili. La missione CO₂ comporta un'enorme quantità di investimenti sia in risorse tecnologiche che umane, ma la creazione di una piattaforma integrata dei dati avrà ricadute positive sui servizi di pubblico interesse e come strumenti per valutazione delle politiche ambientali

DOI 10.12910/EAI2018-045

di **Giulia Tresca e Andrea Taramelli**, Scuola Universitaria Superiore Pavia; □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
Roberta Vigni, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)

La Commissione Europea, dal 2015, in previsione della COP-21, nel quadro delle prospettive di sviluppo del Programma per l'osservazione della Terra Copernicus, ha iniziato a raccogliere informazioni e realizzare studi propedeutici a verificare la possibilità e l'utilità di sviluppare una missione satellitare e un servizio operativo ad essa correlata, per il monitoraggio della CO₂ antropogenica e] specificamente mirata: a [consentire una valutazione più efficace delle *large point emission sources* (grandi sorgenti puntiformi di emissioni), come i grandi complessi industriali, le centrali elettriche e le aree urbane. Questa attività ha avuto un obiettivo focalizzato soprattutto a determinare se vi sia un impatto della CO₂ sui macro e micro sistemi della Terra e, in particolare, quanto possa essere cruciale questo impatto. L'intero lavoro è stato supportato sviluppando e utilizzando il modello teorico per prevedere i cambiamenti e i comportamenti plausibili in futuro.

A fine 2017 la Commissione ha pubblicato il Report *Space CO₂ - An Operational Anthropogenic CO₂ Emissions Monitoring & Verification Support Capacity* [1], nel quale, per supportare il lavoro teorico e convalidare i modelli sviluppati ad oggi utilizzati, è stato valutato importante fornire osservazioni e misurazioni, al fine di registrare il comportamento climatico lungo l'anno [2].

Partendo quindi da un'analisi delle esigenze di supporto alle attività di monitoraggio e controllo condotte dagli inventari correnti e dagli scenari, sono state individuate le seguenti funzionalità su cui concentrare la missione e il suo relativo servizio all'interno del Programma Copernicus (Figura 1):

1. *rilevare i punti emissivi principali*. Un punto emis-

sivo principale è definito come una piccola area circondata da un forte gradiente di concentrazione di CO₂, determinato dal fatto che l'area contenga una fonte di emissione di CO₂ di grandi dimensioni. Questo può essere determinato dalla rilevazione di una grande centrale elettrica, di una megalopoli o di qualsiasi altra attività caratterizzata da forti emissioni di CO₂ con evoluzione temporale differente;

2. *monitorare le emissioni dei punti emissivi principali*. Sono necessarie misurazioni continue per confrontare il livello di emissioni misurato rispetto alle misurazioni precedenti e per monitorare le riduzioni delle emissioni locali delle attività all'interno del punto emissivo. La precisione delle misurazioni deve garantire la capacità di attribuire le anomalie delle emissioni di CO₂ relative al livello di

fondo della concentrazione di CO₂;

3. *valutare i cambiamenti della quantità delle emissioni rispetto agli obiettivi di riduzione locali*. Si tratta del monitoraggio delle strategie di riduzione delle emissioni attuate sui punti emissivi, per raggiungere gli Obiettivi riportati nei contributi nazionali definiti (NDC). Nell'UE ciò richiede ad esempio il monitoraggio, al livello più appropriato, non solo delle strutture di fonte puntiforme (come gli impianti di produzione energetica e industriale che rientrano nel sistema di scambio delle emissioni, ETS), ma anche delle megalopoli, dove si concentrano le attività antropogeniche, con picchi di emissioni ascrivibili al settore dei trasporti e agli edifici;
4. *Valutare le emissioni e i cambiamenti nazionali ogni 5 anni*. Ciò richiede la proiezione dell'intera area,

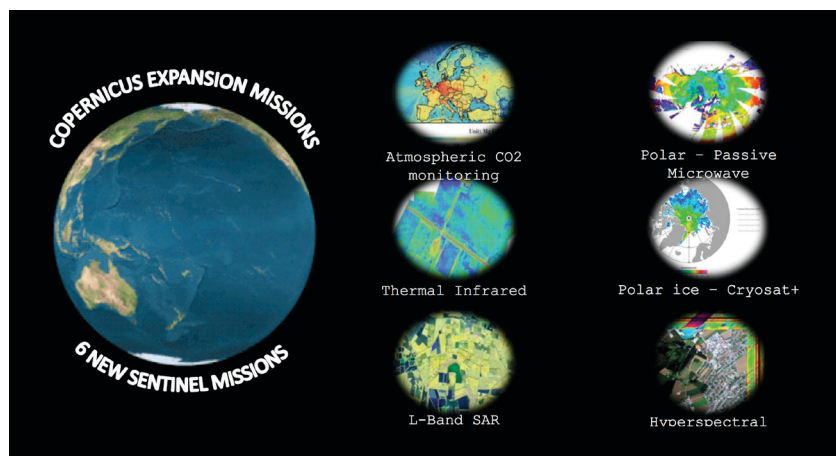


Fig. 1 Nuove Missioni Sentinel previste nel nuovo quadro finanziario della CE- Regolamento Copernicus. La priorità 1 è stata data alla missione CO₂

al fine di tenere conto dei cambiamenti nei modelli di emissione con punti emissivi nuovi o occasionali, al fine di fornire uno strumento di valutazione da utilizzare nell'ambito dell'accordo di Parigi per la valutazione complessiva dell'andamento delle emissioni di gas serra (*global stocktake*) prevista con cadenza quinquennale a partire dal 2023

L'utilizzo delle osservazioni satellitari di gas serra ai fini della preparazione degli inventari delle emissioni riveste prevalentemente un carattere di verifica delle quantità a livello nazionale e globale trasmesse dalle Parti della Convenzione sui Cambiamenti Climatici, consentendo l'identificazione dei potenziali gap informativi presenti nei dati trasmessi, dati che sono anche l'input principale dei modelli utilizzati per la verifica degli impatti dei cambiamenti climatici. Le concentrazioni di gas a effetto serra osservate nei siti di monitoraggio, piattaforme di osservazione mobili o rilevate a distanza dai satelliti possono essere utilizzate per fornire stime di emissione mediante una tecnica nota come modellazione inversa. I modelli inversi calcolano le emissioni combinando in modo ottimale le osservazioni di concentrazione con un modello di trasporto atmosferico. Nel fare ciò, il modello inverso deve tener conto delle stime di incertezza sia delle osservazioni sia del modello atmosferico.

Nonostante la scala di tali modelli possa essere progettata intorno ai confini locali, regionali o globali e possono fornire informazioni sull'entità, sulla distribuzione geografica e sull'andamento delle emissioni, bisogna notare che la misura dei flussi emissivi

necessariamente include il contributo di tutte le sorgenti (antropogeniche e naturali) così come i fenomeni di trasporto atmosferico da un confine all'altro (Regione, Stato ecc.). E quindi anche l'attribuzione del flusso a una specifica sorgente è di non semplice definizione.

Inoltre la qualità delle emissioni derivate dal modello dipende in modo critico dalla qualità e quantità delle misure e dalla qualità del modello atmosferico, poiché in genere c'è una propagazione dell'osservazione stimata e dell'errore del modello.

La qualità dei risultati delle tecniche di modellizzazione dipende anche dal gas serra che si vuole monitorare. Maggiore è l'incertezza associata alle stime del gas nell'inventario, maggiore può essere l'utilità di una

verifica con i risultati del modello, come ad esempio, per il metano e gas fluorurati o per le emissioni sul territorio. Per la CO₂, in particolare, l'uso dei modelli è molto esteso, anche se si monitorano soprattutto flussi da sorgenti naturali; in questi casi, però, l'incertezza dei modelli può essere molto più elevata che quella delle stime degli inventari nazionali. Nella Tabella 1 sono riportati i punti di forza e di criticità in relazione alla disponibilità delle informazioni raccolte da tali modelli su scala nazionale e su scala urbana.

Il sistema di monitoraggio e verifica (MVS), identificato nell'ambito del programma Copernicus, dovrà integrare una vasta scala di osservazioni disponibili, eterogeneamente distribuite nello spazio e nel tempo at-

Gas	Punti di forza/Successi	Criticità/Punti di debolezza	Sviluppi futuri/ Possibilità
CO ₂	Vasta scala di osservazioni, anche se per la maggior parte riferite ai flussi naturali	L'incertezza dei modelli può essere molto più elevata di quella degli inventari delle emissioni. Non sono utilizzate per il reporting nazionale	Necessità di osservazioni che misurino le emissioni antropogeniche
CO ₂ scala urbana	Presenza di studi su scala urbana con diversi elementi di successo. Le incertezze sulle stime sono relativamente più elevate di quelle su scala nazionale.	Anche in presenza di reti diffuse di osservazioni, gli errori nella stima delle emissioni sono elevate, a causa delle interferenze con i flussi naturali dalla vegetazione. Non sono utilizzate per il reporting nazionale	Molte attività in corso per lo sviluppo di reti di osservazioni, progetti pilota per la stima delle emissioni urbane, e trend che contano sul contributo delle osservazioni satellitari

Tab. 1 Punti di forza e di criticità in relazione alla disponibilità delle informazioni raccolte da tali modelli su scala nazionale e su scala urbana



Fig. 2 La piattaforma basata su OneWeb utilizzata come base per il concetto di costellazione SCARBO insieme alle missioni oggi operative

traverso un sistema che utilizzerà la nuova concezione di microsattelliti. Si tratta di una piattaforma basata su OneWeb e le missioni oggi già operative Sentinel 5P, Merlin e MicroCarb (Figura 2). I principali elementi che compongono tale sistema saranno:

1. osservazioni in-situ: le infrastrutture sono già implementate e operative anche se necessitano di un adeguamento nella capacità di raccolta del dato, con particolare riferimento alla possibilità di distinguere le emissioni di CO₂ antropogeniche dai flussi naturali e di una classificazione delle emissioni antropogeniche sulla base della loro provenienza, ad esempio se da impianti puntuali o da città;
2. osservazioni satellitari: vanno definite le basi minime necessarie per rendere confrontabili le osservazioni già disponibili. Attraverso i dati osservati deve

essere possibile distinguere i fenomeni naturali dai fenomeni antropogenici, avere una copertura globale dell'atmosfera, mantenere incertezze contenute sulle misure e poter valutare il contributo degli oceani;

3. modellistica e simulazioni: questi approcci servono per riprodurre i fenomeni naturali atmosferici (come il trasporto delle sostanze in atmosfera, le emissioni degli oceani e il ciclo del carbonio) e identificare e stabilizzare quegli elementi di incertezza che caratterizzano le osservazioni. Inoltre i modelli sono necessari per definire un contorno omogeneo ai dati osservati che consenta di estrarre dai dati osservati tutte le informazioni di interesse. I modelli sono quindi lo strumento principale per ridurre gli errori e l'incertezza delle misure, sia satel-

litari sia in-situ, attraverso la definizione di un insieme di parametri di controllo.

L'esigenza principale da soddisfare è avere la disponibilità di dati senza colli di bottiglia. Ciò comporta la necessità di sviluppare un sistema veloce ed efficiente di *data management*. Infine il sistema MSV deve contenere una fase di verifica attraverso l'integrazione delle misure con le osservazioni e informazioni a priori disponibili, così come ad esempio il confronto con le stime degli inventari delle emissioni comunicate ufficialmente dai Paesi nell'ambito della Convenzione sui Cambiamenti Climatici.

Tale confronto, attraverso l'utilizzo delle informazioni dettagliate raccolte per la preparazione degli inventari, da un lato può essere utile per la messa a punto e la valutazione dei modelli e delle misure satellitari e in-situ, dall'altra può contribuire a colmare i gap informativi degli inventari delle emissioni, ed in particolare per quei settori dove maggiore è l'incertezza delle stime, come

ad esempio le emissioni dai suoli e quelle dovute ai cambiamenti di uso del suolo.

La missione CO₂ comporta un'enorme quantità di investimenti sia in risorse tecnologiche che umane, in un periodo in cui la politica deve affrontare molti altri problemi sociali ed economici che possono essere valutati come prioritari. La decisione di investire nella missione operativa di CO₂ discende dalla necessità di contemperare il monitoraggio sui fenomeni di inquinamento con un possibile risparmio economico. Infatti le implicazioni per il mondo scientifico e per le comunità degli utenti, pubbliche e private, derivanti dell'attivazione di un servizio *core* Copernicus dedicato al monitoraggio della CO₂ potrebbero essere considerevoli, in particolare, nel caso in cui maturassero le condizioni per un suo svilup-

po applicato proprio al territorio. Per implementare l'architettura di un servizio CO₂ è quindi opportuno definire un'architettura tecnologica multi-livello, che consenta di gestire l'alimentazione da più fonti dati, la memorizzazione distribuita, l'integrazione e pubblicazione dei dati provenienti da diverse fonti di informazione in un contesto di scalabilità, flessibilità e robustezza garantendo la continuità dei dati in situ delle stazioni di monitoraggio sui gas serra installate nel territorio. Lo sviluppo delle applicazioni dovrà quindi comportare un effetto misurabile in termini di efficacia ed economicità, per le pubbliche amministrazioni e per il tessuto imprenditoriale. In tale contesto per l'Italia giocherà un ruolo importante riuscire a sfruttare la convergenza di alcune condizioni:

- il ruolo di ECMWF che gestirà

il futuro servizio CO₂ operativo come ente delegato per conto della Commissione Europea;

- le opportunità di sviluppo del programma di *Space Economy* nazionale che prevede con l'asset Mirror Copernicus, di creare accanto all'architettura tecnologica, un insieme di servizi e attività, necessarie per promuovere e favorire l'adozione e utilizzo della nuova piattaforma di servizi legati anche al monitoraggio della CO₂;
- l'esperienza di lavoro comune sviluppata dai differenti attori nazionali nell'ambito del tavolo tecnico nazionale sulla decarbonizzazione attivato a fine 2015 dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Per saperne di più:

riccardo.delaretis@isprambiente.it

BIBLIOGRAFIA

- 1 Task Force B - European Commission, *An Operational Anthropogenic CO₂ Emissions Monitoring & Verification Support Capacity*, (2017), ISBN 978-92-79-72101-4 doi 10.2760/08644
- 2 Buchwitz, M., Reuter, M., Bovensmann, H., Pillai, D., Heymann, J., Schneising, O., et al. (2013). Carbon Monitoring Satellite (Carbon-Sat): assessment of scattering related atmospheric CO₂ and CH₄ retrieval errors and first results on implications for inferring city CO₂ emissions. *Atmospheric Measurement Techniques*, 6(12), 3477-3500. doi:10.5194/amt-6-3477-2013