

Il cambiamento climatico e lo spazio

di Emanuele Balboni e Roberta Boccomino

gli autori

EMANUELE BALBONI è un astrofisico e lavora come divulgatore scientifico presso Infini.to - Planetario di Torino.

Quando non viaggia tra le stelle virtuali, cerca di coniugare le passioni per astronomia e fotografia immortalando paesaggi notturni tra le valli alpine.

ROBERTA BOCCOMINO, fisica di formazione, da anni si occupa di divulgazione scientifica lavorando a stretto contatto con studenti e insegnanti. Dal 2015 è uno dei comunicatori scientifici di Infini.to - Planetario di Torino.

Immagine satellitare di un grande ghiacciaio che si è frantumato dopo il distacco dal ghiacciaio di Pine Island, in Antartide. Immagine ottenuta dal satellite Sentinel-2, 2020.

Per affrontare il cambiamento climatico, scienziati e governi hanno bisogno di dati affidabili.

Le rilevazioni satellitari forniscono dati in tempo reale con copertura globale e ci aiutano a gestire l'ambiente in cui viviamo. L'impressionante numero di dati raccolti è infatti accessibile a tutti, ma **è importante saper analizzare i dati** per estrarre informazioni utili sul fenomeno.

L'evidenza scientifica del cambiamento climatico globale è inconfutabile. È una realtà con conseguenze la cui portata e velocità stanno diventando sempre più evidenti: i ghiacci dell'Artico si stanno riducendo, così come la crosta ghiacciata della Groenlandia; il *permafrost*, la regione di suolo perennemente ghiacciata, si è riscaldato e la temperatura media della superficie terrestre in Europa è di quasi 2 °C superiore a quella della seconda metà del XIX secolo. Le ripercussioni sulla società e sull'ambiente interessano quasi tutti i campi, come ad esempio la produzione alimentare globale.

Per affrontare il cambiamento climatico e gestire le sfide di un pianeta in evoluzione, scienziati e governi hanno bisogno di **dati affidabili**.

**OBIETTIVI
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE**

9 IMPRESE,
INNOVAZIONE
E INFRASTRUTTURE



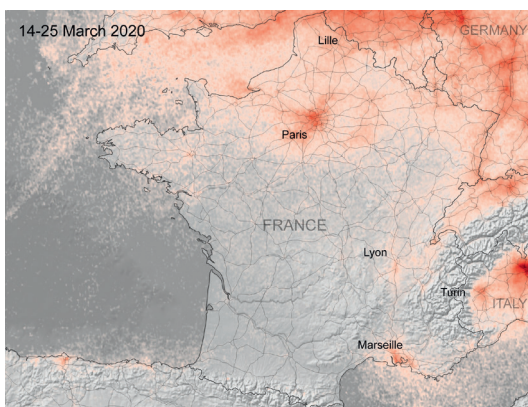
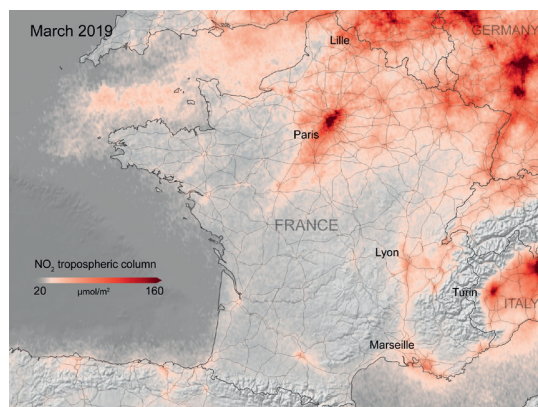
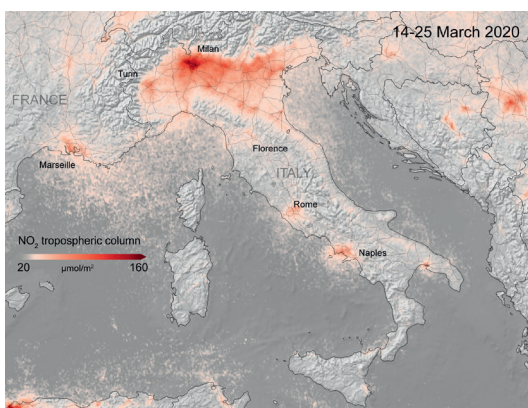
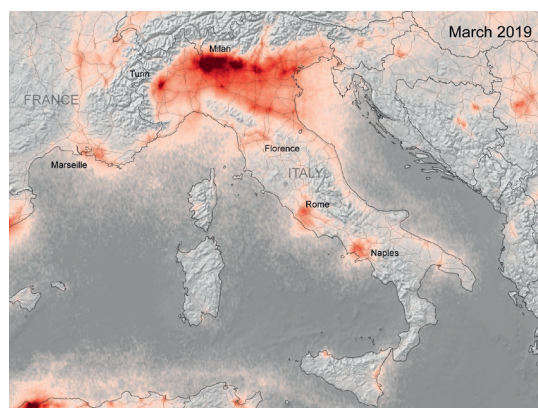
AZIONI DELL'AGENZIA SPAZIALE EUROPEA

Si dice che “*a volte per capire bisogna fare un passo indietro*”; per analizzare al meglio la situazione è bene prendere le distanze, osservare da lontano. Ciò si è rivelato particolarmente vero nel caso degli studi sul cambiamento climatico, che hanno tratto enorme vantaggio dall'**esplorazione spaziale**. Sono passati oltre 60 anni dal lancio del primo satellite artificiale, lo Sputnik 1, e oggi circa 15 000 satelliti orbitano intorno al nostro pianeta, raccogliendo dati e informazioni

preziose, monitorando la Terra dallo spazio. Un ruolo fondamentale è svolto dall'**ESA, l'Agenzia Spaziale Europea**, che dal 1975, anno della sua fondazione, è incaricata di coordinare i progetti spaziali di 22 Paesi europei, inclusa l'Italia.

PROGRAMMA COPERNICUS/ SENTINEL

Una delle iniziative nel campo del monitoraggio del clima sulla Terra è **Copernicus**, un programma coordinato e attuato dall'ESA e dall'Unione Europea che si basa



Immagini satellitari dei livelli medi di biossido di azoto (NO_2) in Italia e in Francia tra il 14 e il 25 marzo 2020 (a destra), durante l'epidemia di Covid-19 del 2019-20, rispetto alla media mensile delle concentrazioni del 2019 (a sinistra). Le quarantene per fermare la diffusione del nuovo coronavirus hanno portato a una riduzione di NO_2 . Dati ottenuti dal Tropicospheric Monitoring Instrument (TROPOMI) sul satellite Sentinel-5 dell'ESA.



Il satellite Sentinel-5P è stato usato nel programma Copernicus dell'Agenzia Spaziale Europea dedicato al monitoraggio dell'inquinamento atmosferico.



Il satellite Sentinel-6/Jason-CS (Jason Continuity of Service) fa parte del programma Copernicus dell'Agenzia Spaziale Europea dedicato all'altimetria.

sull'osservazione satellitare. Le rilevazioni satellitari forniscono dati in tempo reale con copertura globale e ci aiutano a gestire (in modo sostenibile) l'ambiente in cui viviamo; queste rilevazioni arrivano da una serie di satelliti dedicati: le famiglie **Sentinel**.

- * **Sentinel-1** si occupa di monitoraggio di aree terrestri e marine con immagini radar.
- * **Sentinel-2** fornisce immagini ottiche ad alta risoluzione per servizi terrestri (ad esempio monitoraggio della vegetazione, del suolo, delle acque interne e delle aree costiere).
- * **Sentinel-3** offre servizi per il monitoraggio globale di aree terrestri e oceaniche.
- * **Sentinel-4** raccoglie dati sulla composizione atmosferica.
- * **Sentinel-5** affiancherà Sentinel-4 nella fornitura di dati.
- * **Sentinel-6** contribuirà alle missioni per i rilievi altimetrici di precisione.

Oltre alla componente da satellite, il programma Copernicus si basa su misure fatte *in situ* (aeree, terrestri e marine)

che vengono armonizzate e standardizzate con quelle raccolte dai satelliti e successivamente rese accessibili agli utenti in modo libero e gratuito.

ACCESSO E ANALISI DEI DATI

Le potenzialità del programma, non solo spaziali, sono enormi: sicurezza, difesa, pianificazione urbana, economia blu, energia e risorse naturali sono solo alcuni esempi. All'impressionante numero di dati raccolti (a oggi 12 terabyte al giorno) hanno infatti accesso dai responsabili politici, ai ricercatori fino ai privati cittadini, che possono beneficiare dei dati e creare una rete globale. Oltre al valore dell'accessibilità, **è importante saper analizzare i dati per interpretare il fenomeno**: questi rappresentano infatti uno strumento fondamentale alla base del metodo scientifico e servono competenze e tecnologie per riuscire a estrarre informazioni utili da una grande mole di dati. Per fare ricerca non è sufficiente progettare un satellite, costruirlo, installarlo a bordo di un

razzo, lanciarlo, inserirlo in orbita attorno alla Terra, renderlo operativo. Questi sono tutti passi essenziali, ma inutili se non si sa cosa fare con i dati forniti dalle osservazioni. Un passo fondamentale è riuscire a estrarre informazione dai dati.

Le osservazioni dei satelliti vengono calibrate, elaborate e processate in vari modi, combinate assieme su intervalli temporali e infine rese disponibili sotto forma di basi di dati. L'ESA mette a disposizione i dati relativi al clima terrestre sul suo portale *ESA Climate Office*, raggiungibile dal seguente link:

<https://link.sanomaitalia.it/5D3CFA88>.

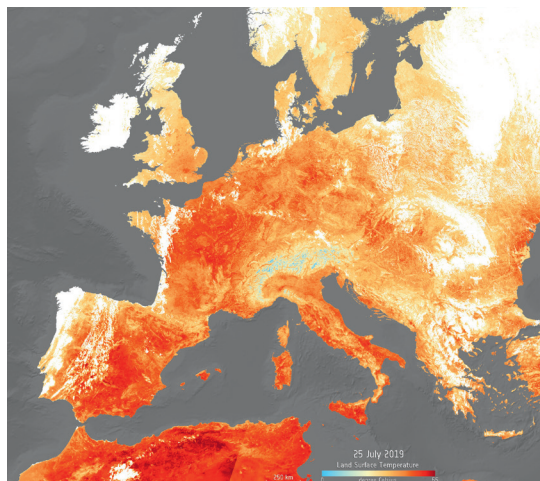
Uno strumento molto utile per processare i dati forniti dalle osservazioni dei satelliti è il software *CATE*, raggiungibile dal seguente link:

<https://link.sanomaitalia.it/C435AB32>.

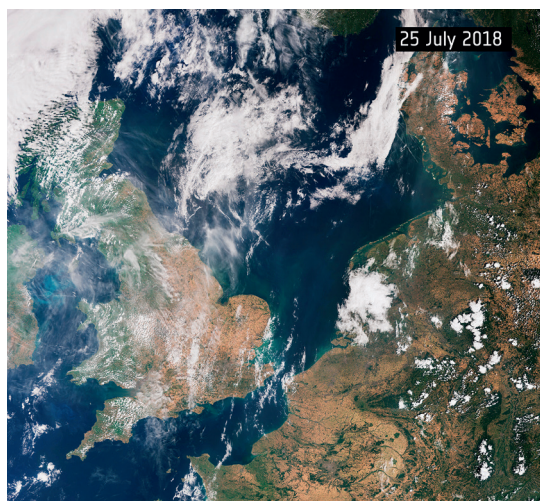
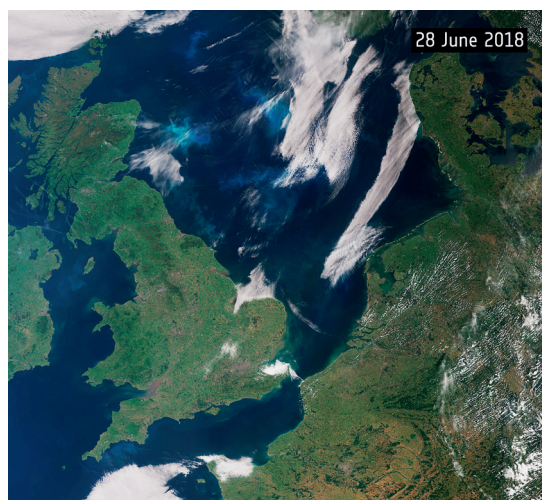
CATE può essere installato in locale o utilizzato in cloud dopo essersi registrati gratuitamente sul portale. Il software fornisce strumenti potenti per l'analisi di porzioni di dati e la loro visualizzazione, ma richiede una certa dimestichezza con la programmazione in linguaggio di scripting e Python.

Un'opzione più basilare è data dall'applicazione *Climate from space*, che permette di visualizzare e confrontare basi di dati a livello globale tramite il web browser, raggiungibile dal seguente link: <https://link.sanomaitalia.it/B3329BA4>.

Con questa applicazione è già possibile fare alcune interessanti osservazioni. —



L'immagine ottenuta dal satellite Sentinel-3 dell'ASE mostra l'ondata di caldo che ha colpito l'Europa nel luglio 2019.



Le due immagini satellitari ottenute dal satellite Sentinel-3 dell'ASE mostrano l'effetto dell'ondata di caldo del 2018 sul Regno Unito e sull'Europa nordoccidentale tra il 28 giugno 2018 (a sinistra) e il 25 luglio 2018 (a destra).