

Tecnologie satellitari per l'Habitat Mapping nei Paesi in Via di Sviluppo

L'utilizzo di tecnologie satellitari di telerilevamento come il Remote Sensing (RS) e i Sistemi Informativi Geografici (GIS) è molto efficace per realizzare mappe ad alta risoluzione spaziale per osservare i cambiamenti ambientali e la risposta degli ecosistemi. Nell'ambito di un protocollo con il MITE, l'ENEA sta applicando queste tecnologie per lo sviluppo di una cartografia digitale dell'ambiente marino costiero degli arcipelaghi di Vanuatu e Tonga (Oceano Pacifico), minacciati dall'innalzamento del mare.

DOI 10.12910/EAI2021-095

di Mattia Barsanti e Ivana Delbono - Laboratorio Biodiversità e Servizi Ecosistemici e Silvia Cocito - Divisione Protezione e valorizzazione del territorio e del capitale naturale (*)

Le barriere coralline e i loro ecosistemi associati, come le fanerogame e le mangrovie, sono minacciati dai cambiamenti climatici (riscaldamento globale, acidificazione degli oceani, innalzamento del livello del mare), dalle perturbazioni naturali (tempeste, cicloni) e dalle crescenti pressioni antropiche (turismo, pesca, ancoraggio, inquinamento, urbanizzazione). La maggior parte della popolazione vive lungo le coste delle isole dove sono presenti habitat di pregio ed il tenore di vita dipende essenzialmente dai servizi che questi ecosistemi forniscono: cibo, materiali da costruzione, protezione costiera, turismo e altri benefici. Ad esempio, le mangrovie, piante legnose sempreverdi tolleranti al sale, sono tra gli habitat più produttivi ed ecologicamente significativi perché forniscono numerosi beni e servizi alle popolazioni, quali la stabilizzazione delle coste, il mantenimento dell'equilibrio ecologico e della biodiversità, e la riduzione della concentrazione di anidride carbonica. Tuttavia, negli ultimi due decenni del XX secolo, circa il 35% delle foreste di mangrovie del mondo è scomparso.

Il futuro scenario climatico prevede che, nei prossimi decenni, la mortalità dei coralli possa raggiungere fino al 60% nelle aree dove sono presenti barriere coralline poco profonde. Inoltre, il fenomeno dello sbiancamento è aumentato in frequenza e in intensità e l'azione degli uragani, la cui energia è aumentata rispetto ai decenni precedenti, sta influenzando la vitalità delle barriere coralline in acque meno profonde. I coralli ermatipici, caratterizzati da uno scheletro di carbonato di calcio, sono i più sensibili agli effetti sinergici del riscaldamento globale, della distruzione degli uragani e dell'acidificazione degli oceani, con conseguenze sulla loro abbondanza e distribuzione (Hoegh-Guldberg et al., 2007).

È quindi evidente che i principali interventi di gestione per contrastare gli effetti del cambiamento climatico devono avere l'obiettivo di proteggere le barriere coralline, preservarne la biodiversità, valutarne la vulnerabilità e monitorare gli effetti dei cambiamenti climatici. È inoltre necessario sviluppare strategie di gestione ed azioni locali e regionali per ridurre le emissioni

di gas serra nell'ottica delle *Nature-Based Solutions*.

Il Protocollo d'intesa fra ENEA e MITE

Sulla base delle criticità ambientali descritte, con il supporto della Sezione Trasferimento tecnologico verso i Paesi in Via di Sviluppo in ambito cambiamento climatico del Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali (SSPT), è stato siglato un Protocollo di Intesa tra l'allora Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (oggi Ministero della Transizione Ecologica, MiTE) ed ENEA, finalizzato all'attivazione di un programma di collaborazione per la realizzazione di interventi di trasferimento tecnologico e cooperazione verso i Paesi in Via di Sviluppo (PVS). Questo Protocollo di Intesa ha permesso di avviare due distinti progetti con attività di habitat mapping nei centri ENEA S. Teresa (La Spezia) e di Bologna con il Ministero degli Affari Esteri della Repubblica di Vanuatu (MAEV) ed il Dipartimento dell'Ambiente del Ministero della Meteorolo-



gia, dell'Energia, dell'Informazione, della Gestione dei Disastri, dell'Ambiente, dei Cambiamenti Climatici e delle Comunicazioni (MEIDECC) del Regno di Tonga.

In queste attività sono coinvolti i ricercatori ENEA della Divisione Protezione e valorizzazione del territorio e del capitale naturale e della Divisione Modelli e Tecnologie per la Riduzione degli Impatti Antropici e dei Rischi Naturali. L'obiettivo principale di entrambi i progetti è lo sviluppo di una cartografia digitale dell'ambiente marino costiero dei due arcipelaghi (Vanuatu e Tonga) dell'Oceano Pacifico. A tal fine, è in corso l'analisi e la foto-interpretazione di immagini satellitari della famiglia Sentinel-2 del programma Copernicus (www.copernicus.eu) per mezzo di tecniche di telerilevamento (Remote Sensing) per la classificazione delle strutture geomorfologiche presenti nelle barriere coralline. I due progetti, entrambi iniziati nel 2019, si concluderanno nell'ottobre del 2022 a

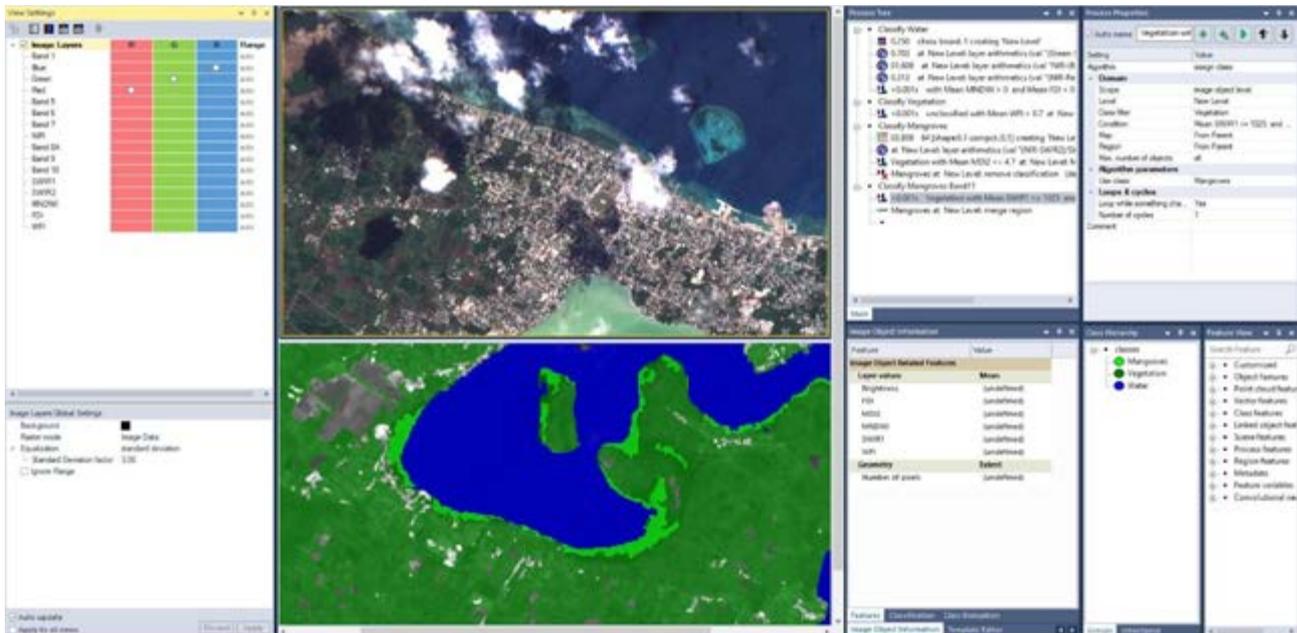
causa di una proroga per la pandemia di SARS-CoV-2.

Il Remote Sensing per l'individuazione degli ecosistemi corallini

L'utilizzo delle tecnologie di Remote Sensing (RS) e dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) si è rivelato negli ultimi anni particolarmente efficace ed economico per produrre cartografie tematiche digitali in vaste e remote aree del pianeta. L'utilizzo delle immagini satellitari permette infatti la definizione di mappe ad alta risoluzione spaziale con un monitoraggio temporale elevato, permettendo così di osservare i cambiamenti ambientali e seguirne la risposta degli ecosistemi. In particolare, la necessità di gestire efficacemente i sistemi di barriera corallina e gli ambienti costieri associati, come mangrovie e fanerogame, richiede la capacità di valutare il loro stato attuale ed i cambiamenti nel tempo, rilevando anche gli effetti che agiscono su piccola scala che

possono essere scongiurati da azioni di gestione locale.

Rispetto al campionamento mediante indagine sul campo, la mappatura degli habitat marino costieri e la valutazione dello stress ambientale per mezzo del RS è altamente conveniente sia in termini economici che cartografici (Andréfouët et al., 2005). Sebbene la mappatura della composizione della barriera corallina da un satellite intrinsecamente non possa fornire il livello di accuratezza e dettaglio che un'indagine sul campo potrebbe fornire allo stesso punto, il potere statistico per estrapolare modelli su larga scala beneficia di una copertura areale completa (Hedley et al., 2016). Inoltre, nel caso degli habitat mangrovie, a causa dello speciale ambiente di crescita e delle loro fitte foreste, è difficile 'entrare' fisicamente in tali ambienti per effettuare rilevamenti e campionamenti estesi. Questa difficoltà è stata superata tramite il RS che fornisce un metodo accurato, efficiente e ripetitivo per mappare e valutare lo stato



Interfaccia del software eCognition Developer (Trimble©) con l'immagine Sentinel-2 dell'isola di Tongatapu (Regno di Tonga). A sinistra: le diverse bande disponibili nell'immagine satellitare. Al centro: in basso la classificazione delle mangrovie dove il verde chiaro indica la copertura di mangrovie, sopra l'immagine satellitare; in alto, l'immagine di Sentinel-2. A destra: l'area di lavoro per la definizione e l'applicazione dell'algoritmo per classificare le mangrovie

di salute di questo habitat importante, sia dal punto di vista ecologico che economico per le popolazioni locali. Le immagini satellitari multispettrali utilizzate appartengono alla coppia dei satelliti Copernicus Sentinel-2, lanciati in orbita nel 2015 (2A) e nel 2017 (2B). I sensori multispettrali montati su questi satelliti permettono di acquisire immagini con 13 bande che abbracciano diverse regioni dello spettro elettromagnetico, nel visibile/infrarosso e nella banda dell'infrarosso

so a onde corte (SWIR). Dal **processamento di queste immagini tramite specifici algoritmi con software dedicati e con tecniche di fotointerpretazione, è possibile classificare i principali degli habitat delle barriere coralline e la copertura delle mangrovie costiere.** Le tecnologie satellitari in acque poco profonde costituiscono un valido contributo negli studi ecologici e nella gestione degli ambienti marino-costieri per monitorare da remoto gli ef-

fetti dei cambiamenti climatici in atto.

(*) *Elena Candigliota, Francesco Imbordino, Lorenzo Moretti, Laboratorio Tecnologie per la Dinamica delle Strutture e la Prevenzione del rischio sismico e idrogeologico, ENEA; Andrea Peirano, Laboratorio Biodiversità e Servizi Ecosistemici, ENEA.*

Per info: mattia.barsanti@enea.it

BIBLIOGRAFIA

1. Andréfouët S., Hochberg E.J., Chevillon C., Muller-Karger F.E., Brock J.C., Hu C. 2005. Multi-scale remote sensing of coral reefs. In Remote Sensing of Coastal Aquatic Environments. Har, R.L., Miller, X., Del Castillo, C.E., Mckee, B.A., Eds.; Springer: Dordrecht, the Netherlands, pp. 297-315.
2. Hedley J.D., Roelfsema C.M., Chollett I., Harborne A.R., Heron S.F., Weeks S., Skirving W.J., Strong A.E., Eakin C. M., Christensen T.R.L., Ticzon V., Bejarano S. and Mumby P. J. 2016. Remote Sensing of Coral Reefs for Monitoring and Management: A Review. Remote Sensing 8, 118: 1-40.
3. Hoegh-Guldberg O., Mumby P.J., Hooten A.J., Steneck R.S., Greenfield P., Gomez E., Harvell C.D., Sale P.F., Edwards A.J., Caldeira K., et al. 2007. Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. Science, 318, 1737-1742.