



Formazione nell'identificazione e
classificazione dei fiumi temporanei
per combattere il cambiamento climatico

Materials di formazione



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Riconoscimento

Questa pubblicazione è stata finanziata dalla Commissione Europea con il Grant Agreement numero 2022-1-IT02-KA220-HED-000086223, progetto di partenariato di cooperazione Erasmus+ *RIVERTEMP: Education in categorization and identification of Temporary Rivers to fight climate change.*

Dichiarazione di non responsabilità

Il sostegno della Commissione europea alla realizzazione di questa pubblicazione non costituisce un'approvazione del contenuto, che riflette esclusivamente il punto di vista degli autori, e la Commissione non può essere ritenuta responsabile dell'uso che può essere fatto delle informazioni in essa contenute.

Avviso di copyright



Quest'opera è rilasciata con licenza Creative Commons **Attribuzione-Non commerciale 4.0 Internazionale**. Siete liberi di copiare, condividere, adattare e utilizzare il materiale per scopi non commerciali, se rispettate le seguenti condizioni:

- **Attribuzione:** È necessario dare il giusto credito, fornire un link alla licenza e indicare se sono state apportate modifiche. Potete farlo in qualsiasi modo ragionevole, ma non in modo da suggerire che Right to Remain approvi voi o il vostro utilizzo.
- **Non commerciale:** non è consentito utilizzare il materiale per scopi commerciali.

MODULO 1: Introduzione ai fiumi temporanei e all'intermittenza del flusso

rivertemp



Questo modulo ti introdurrà ai fiumi temporanei. Oltre alla definizione, vedrai i concetti di base di intermittenza del flusso, diffusione dei fiumi temporanei e variabilità spazio-temporale. Inizierai a scoprire come classificare i fiumi in base all'intermittenza del flusso e capirai, infine, le sfide che questi fiumi rappresentano per la scienza fluviale.

INIZIAMO!

1. OBIETTIVI. COMPETENZE ATTESE. INTRODUZIONE

☰ Obiettivi e Competenze attese

☰ Introduzione

2. DEFINIZIONE, PREVALENZA E CLASSIFICAZIONI PROPOSTE DEI FIUMI TEMPORANEI

☰ Definizione di fiume temporaneo

 **Prevalenza globale dei fiumi temporanei**

 **Classificazione dei fiumi temporanei basati sull'intermittenza del flusso**

3. IMPORTANZA DEI FIUMI TEMPORANEI PER LA SOCIETÀ E METODOLOGIE DI MONITORAGGIO

 **Come monitorare la presenza di acqua e le condizioni idrologiche**

4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

 **Riferimenti bibliografici**

5. VERIFICA DELLE CONOSCENZE DI BASE SUI FIUMI TEMPORANEI

 **Quiz**

6. FINE

 **Fine**

Obiettivi e Competenze attese



I **4 Obiettivi e Competenze attese** di questo modulo 1 sono i seguenti:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

1



2

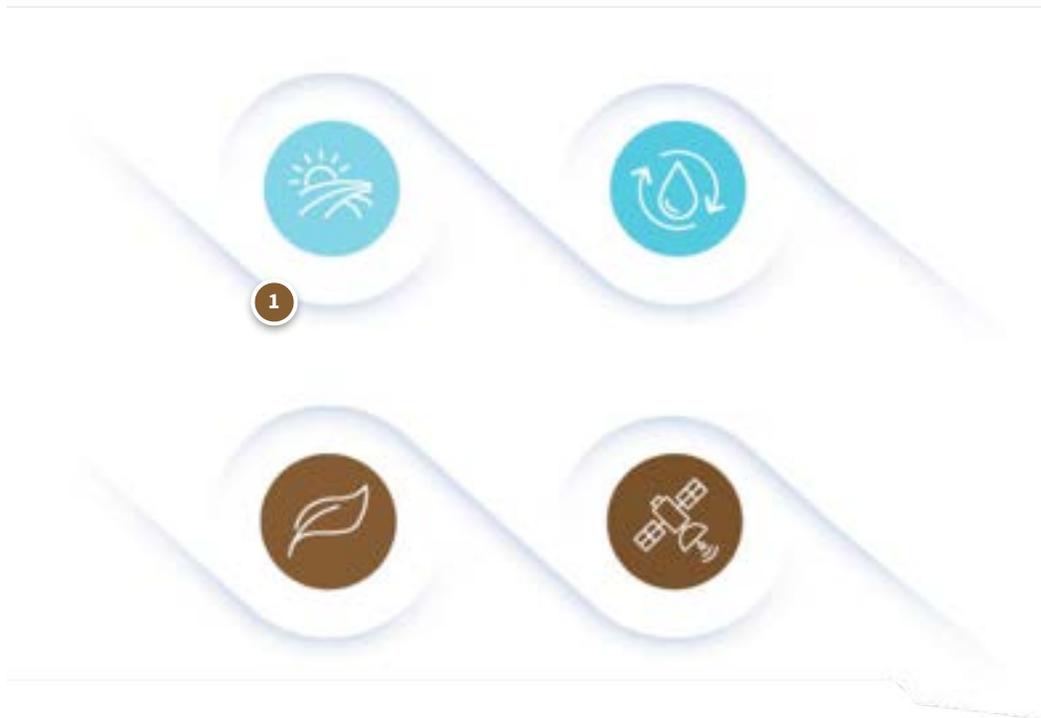


3



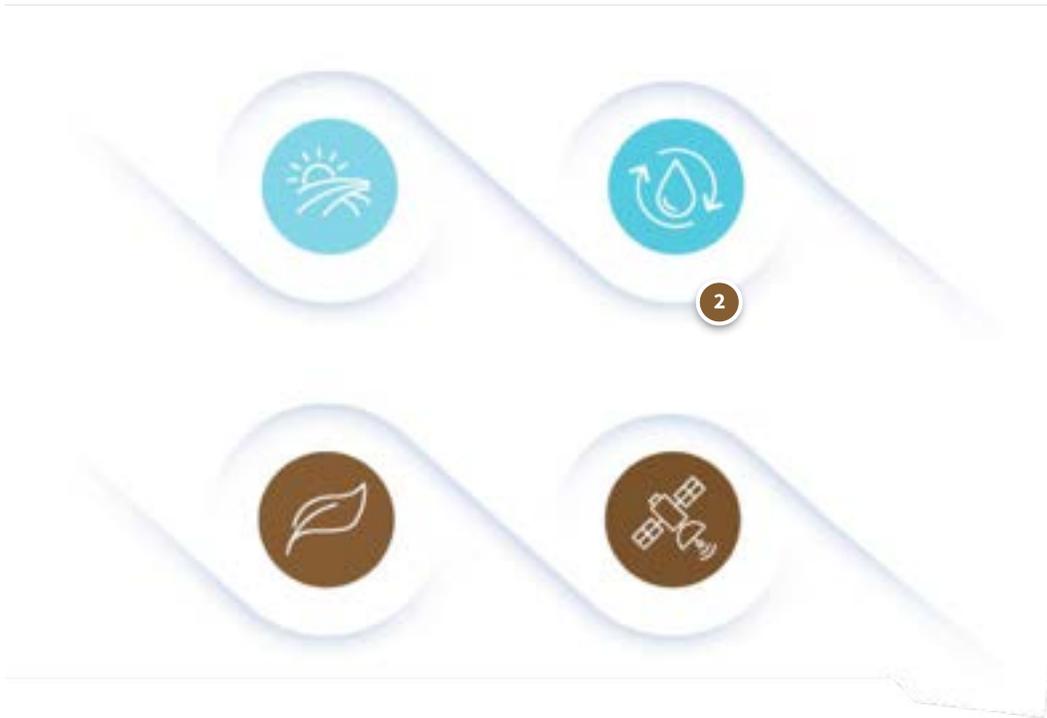
4





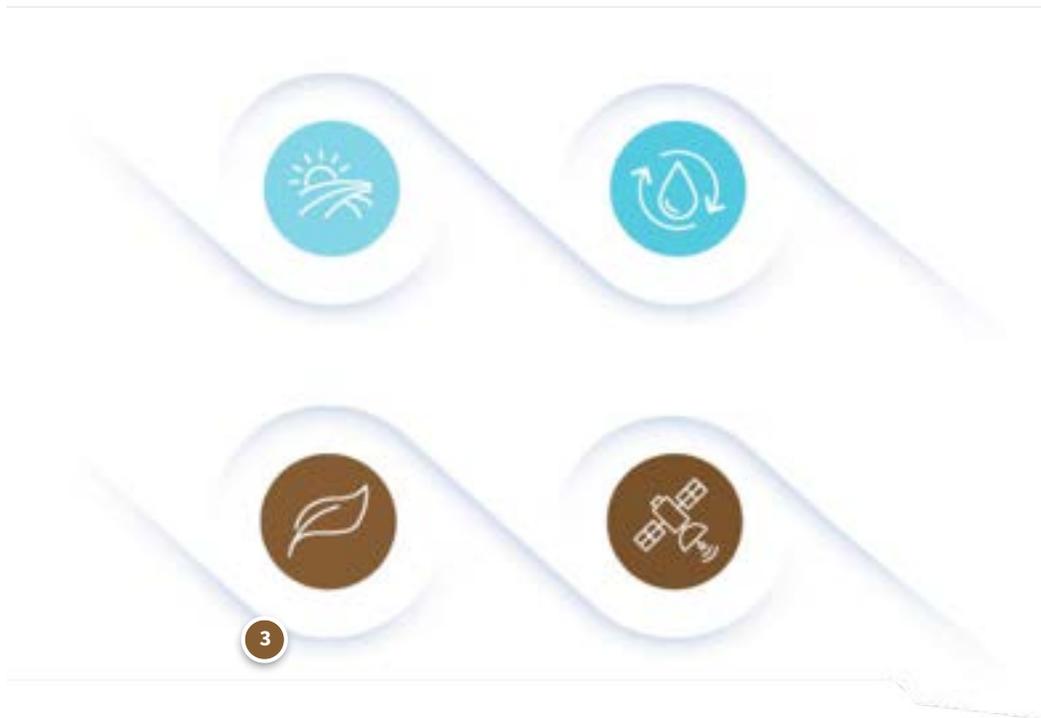
1

Ridefinizione del **concetto di fiume**, includendo i principi base di intermittenza del flusso.



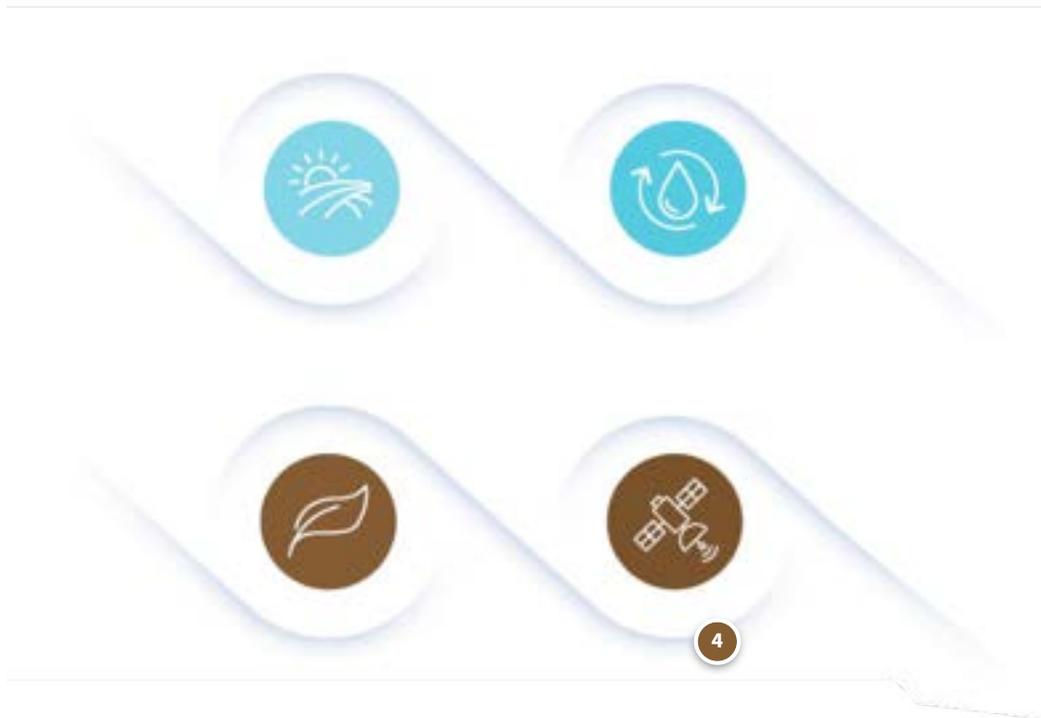
2

Prevalenza e variabilità spazio-temporale dei Fiumi Temporanei.



3

Riconoscimento e classificazione delle **condizioni idrologiche dei fiumi temporanei.**



4

Introduzione alle **immagini satellitari** come strumenti di monitoraggio.

PROSEGUI

Introduzione

Cosa sappiamo dei **fiumi temporanei**?



Prima di iniziare, il seguente questionario ti introdurrà agli argomenti del corso utilizzando cinque semplici domande

Fai attenzione, potresti iniziare a dubitare delle tue conoscenze di

a scelta multipla.

base sui fiumi.

PROSEGUI



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

Osserva attentamente ciascuna di queste foto.

In quale riconosci un fiume?

1



2



3



4



5



6



Seleziona le opzioni che ritieni corrette:

(si può selezionare più di un'opzione)

- Foto 1
- Foto 2
- Foto 3
- Foto 4
- Foto 5
- Foto 6

SUBMIT

PROSSIMA DOMANDA



Selezione l'opzione che consideri corretta:

In quale clima sono presenti i fiumi temporanei?

- Tutti i climi
- Clima tropicale
- Clima temperato
- Clima continentale
- Clima polare

SUBMIT

PROSSIMA DOMANDA



Selezione l'opzione che consideri corretta:

Recenti studi idrologici stimano che i fiumi temporanei rappresentano...

- tra il 5% e il 15% del reticolo fluviale mondiale
- tra il 20% e il 30% del reticolo fluviale mondiale
- tra il 30% e il 45% del reticolo fluviale mondiale
- tra il 50% e il 60% del reticolo fluviale mondiale

SUBMIT

PROSSIMA DOMANDA



Selezione l'opzione che consideri corretta:

Le intermittenze di un fiume temporaneo si traducono in una minore qualità dell'ecosistema fluviale e in scarsi servizi ecosistemici che esso può fornire.

- Vero
- Falso

SUBMIT

PROSSIMA DOMANDA



Selezione l'opzione che consideri corretta:

La sfida della nuova generazione di gestori delle risorse idriche è quella di trasformare tutti i fiumi temporanei in fiumi perenni.

- Vero



Falso

SUBMIT

PROSEGUI



Questo modulo è diviso in due parti:

1. Definizione, prevalenza e classificazioni proposte per fiumi temporanei.
2. Importanza per la società e metodologie di monitoraggio dei fiumi temporanei.

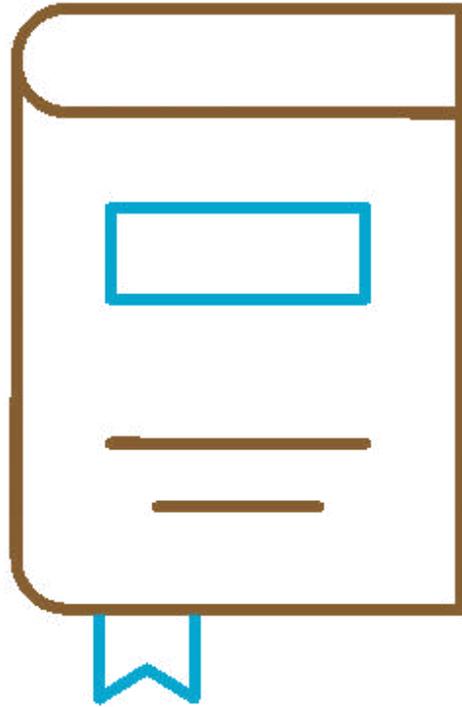
PROSEGUI

Definizione di fiume temporaneo



RIVERTEMP

DEFINIZIONE, PREVALENZA E CLASSIFICAZIONI PROPOSTE DEI FIUMI
TEMPORANEI



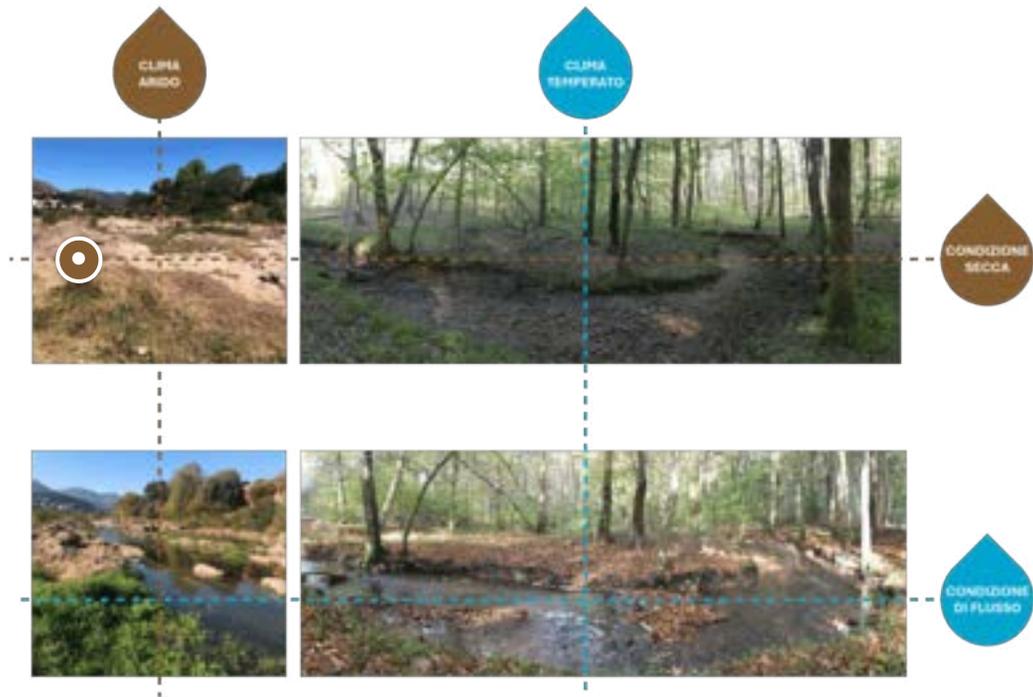
Definition:

I fiumi temporanei ("Temporary rivers", TRs), o fiumi non-perenni ("Non-perennial rivers"), sono corsi d'acqua ubiquitari caratterizzati dalla presenza di **periodi di non-flusso**, rappresentati da alvei asciutti o dalla presenza discontinua di acqua per un certo periodo dell'anno:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

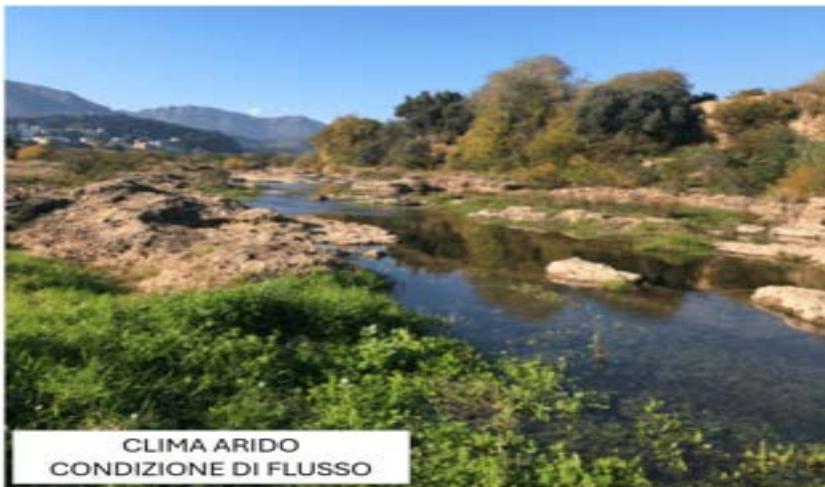
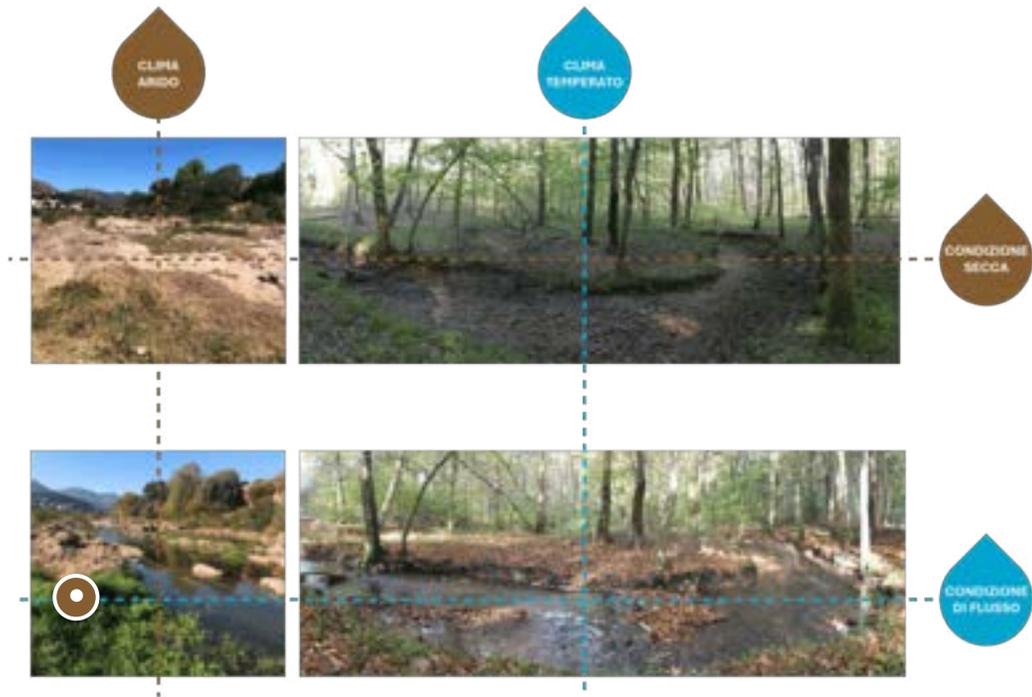




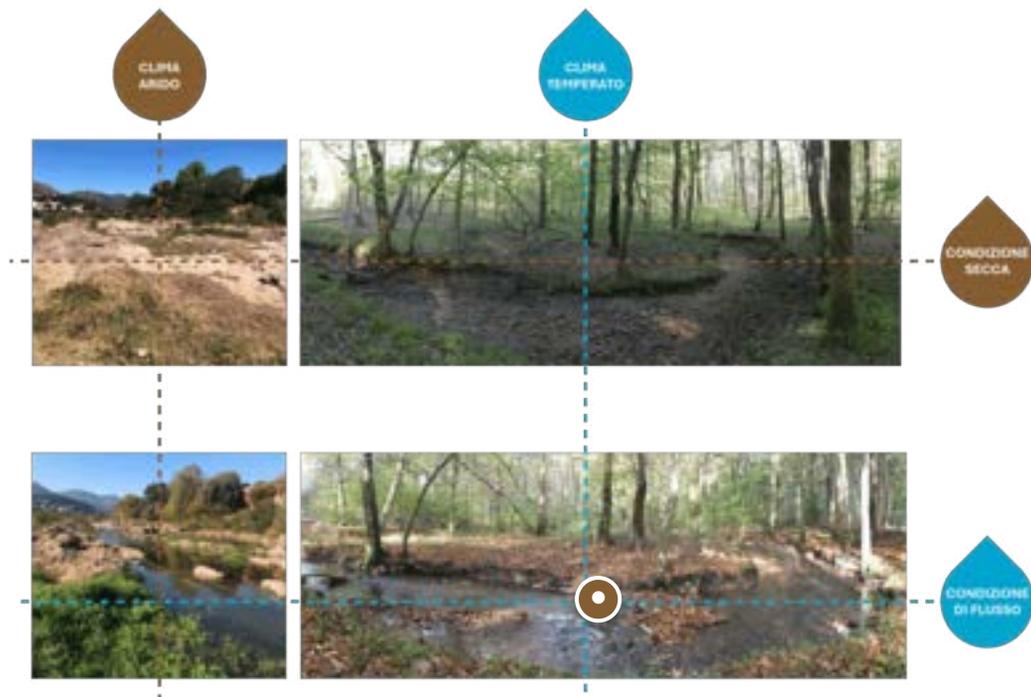
(fare clic per ingrandire)



(fare clic per ingrandire)



(fare clic per ingrandire)



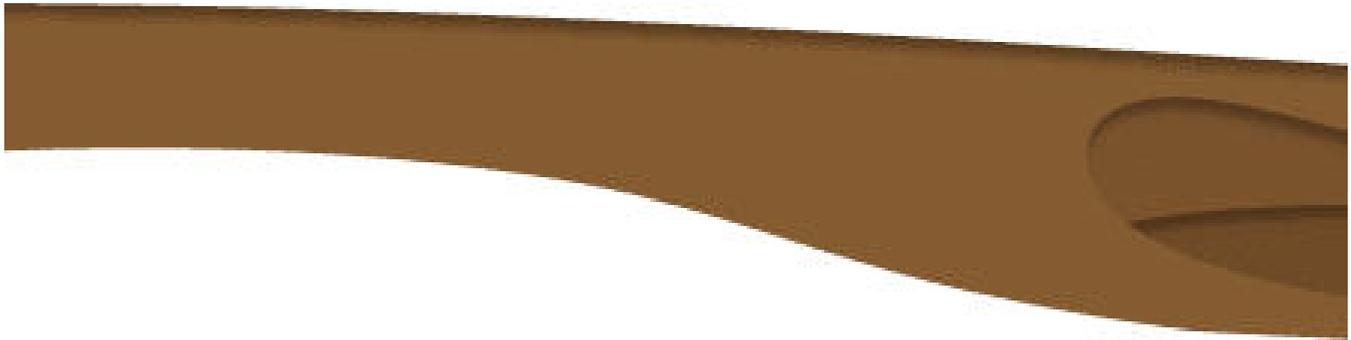
(fare clic per ingrandire)

Fiumi temporanei in condizioni di secca (dry) e flusso (wet), per climi aridi - fiume Palancia, Comunità Valenciana, Spagna (foto di Isabelle Brichetto) - e temperati- fiume Clauge, Giura, Francia (Datry et al. , 2017).





Datry, T., Singer, G., Sauquet, E., Capdevilla, D. J., Von Schiller, D., Subbington, R., ... & Zoppini, A. (2017). Science and management of intermittent rivers and ephemeral streams (SMIRES). *Research Ideas and Outcomes*, 3, 23-p.



Cosa significa?



Significa che **i fiumi temporanei** sono fiumi che presentano momenti di assenza di flusso d'acqua (cessazione del flusso) lungo l'alveo attivo **almeno una volta l'anno.**

Questa definizione include una **ampia gamma di intermittenze:**

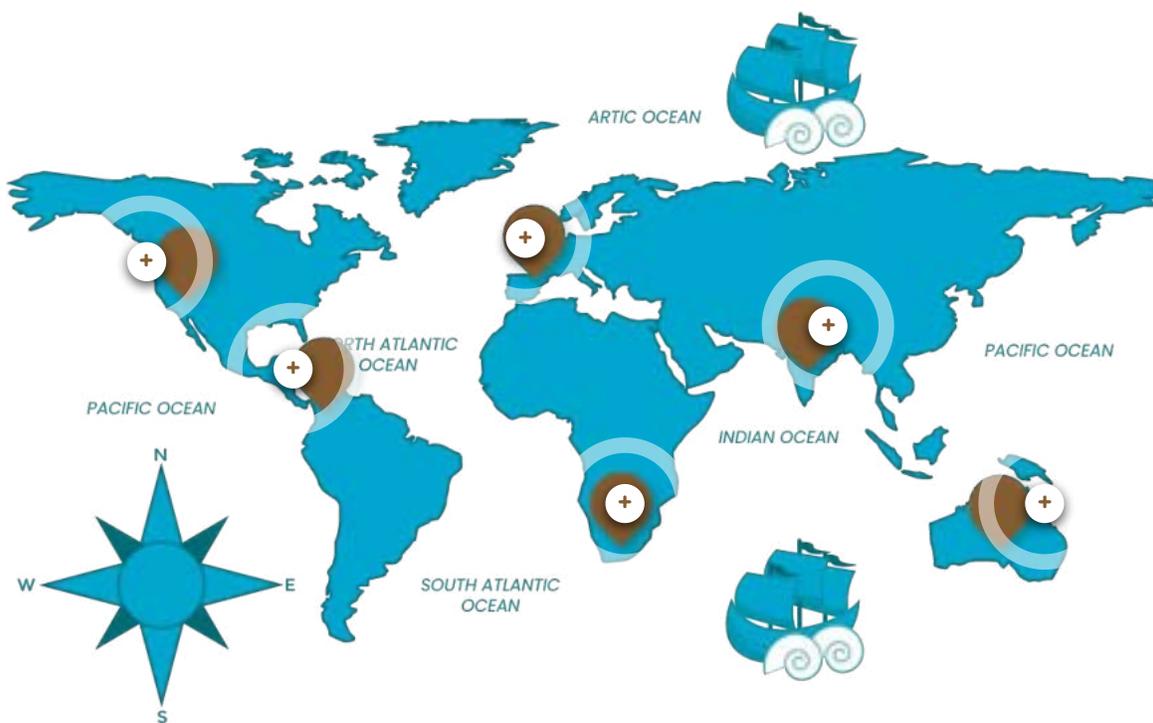
- 1 Fiumi quasi-perenni.
- 2 Fiumi con presenza di acqua episodica.
- 3 Fiumi stagnanti dove l'acqua si trova spesso in pozze isolate o zone stagnanti.

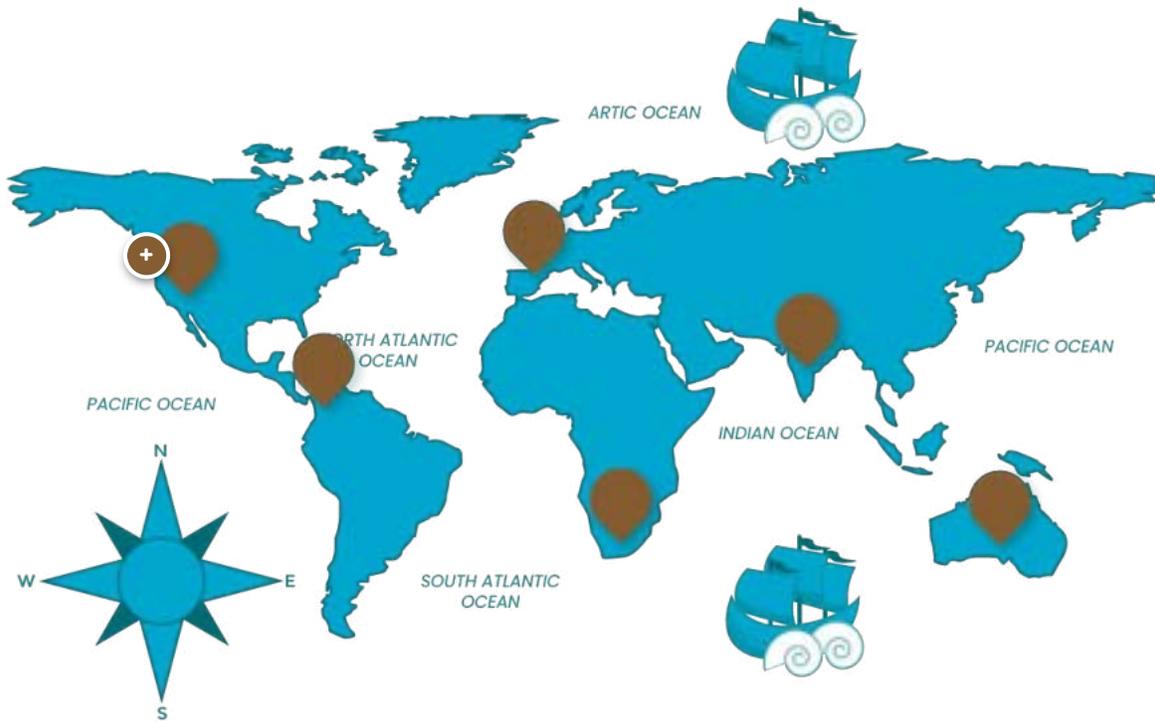
Storicamente, i fiumi temporanei sono sempre stati **associati a regioni con climi aridi o semi-aridi**, dove le condizioni climatiche, idrologiche e geomorfologiche contribuiscono ai fenomeni di intermittenza dei fiumi. In

realtà, questo fenomeno si presenta in fiumi **in tutte le diverse aree climatiche del pianeta.**



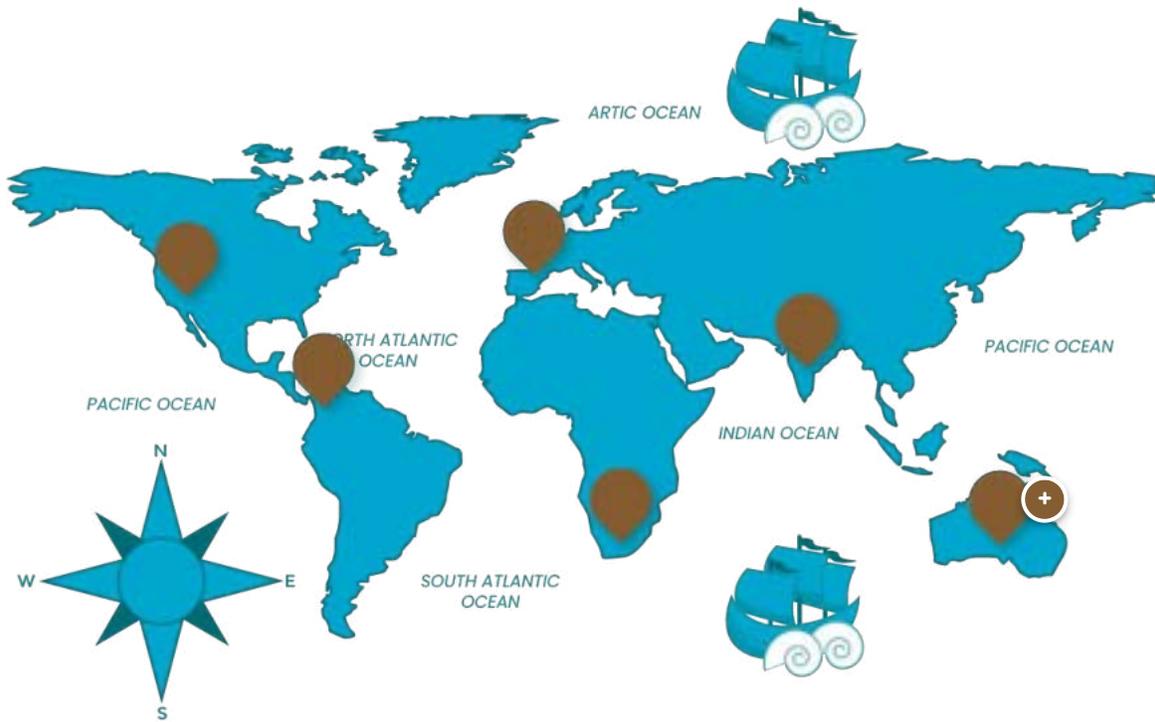
Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.





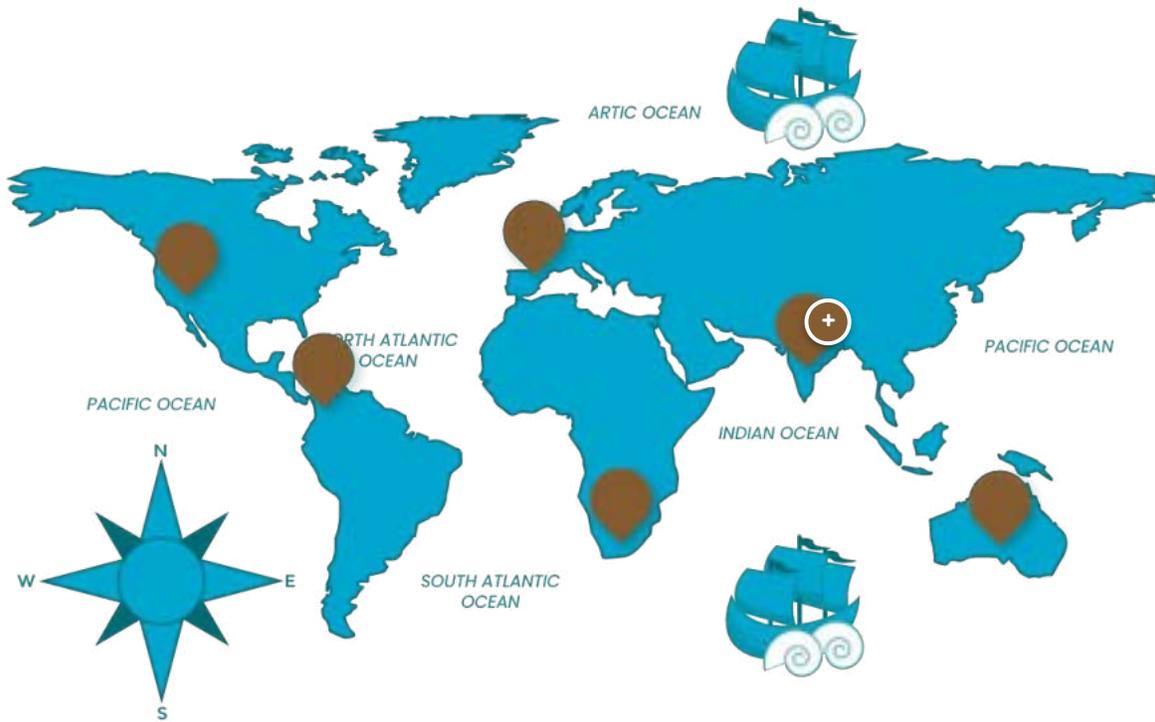
California (USA)





Australia





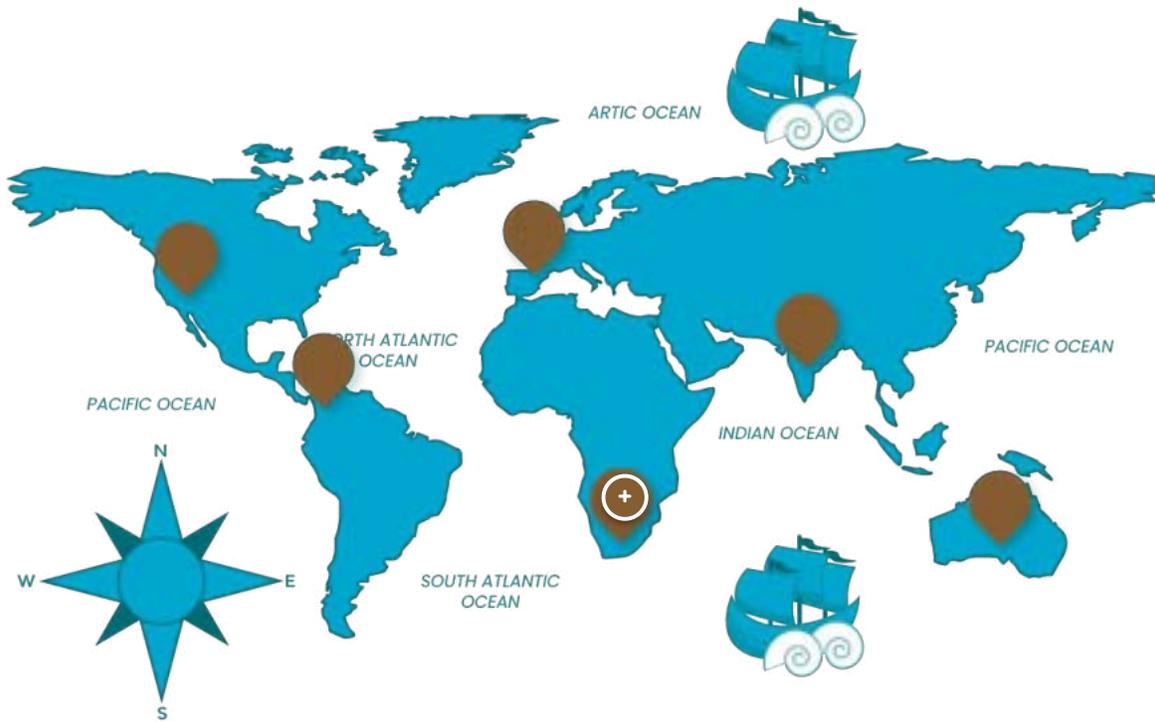
India





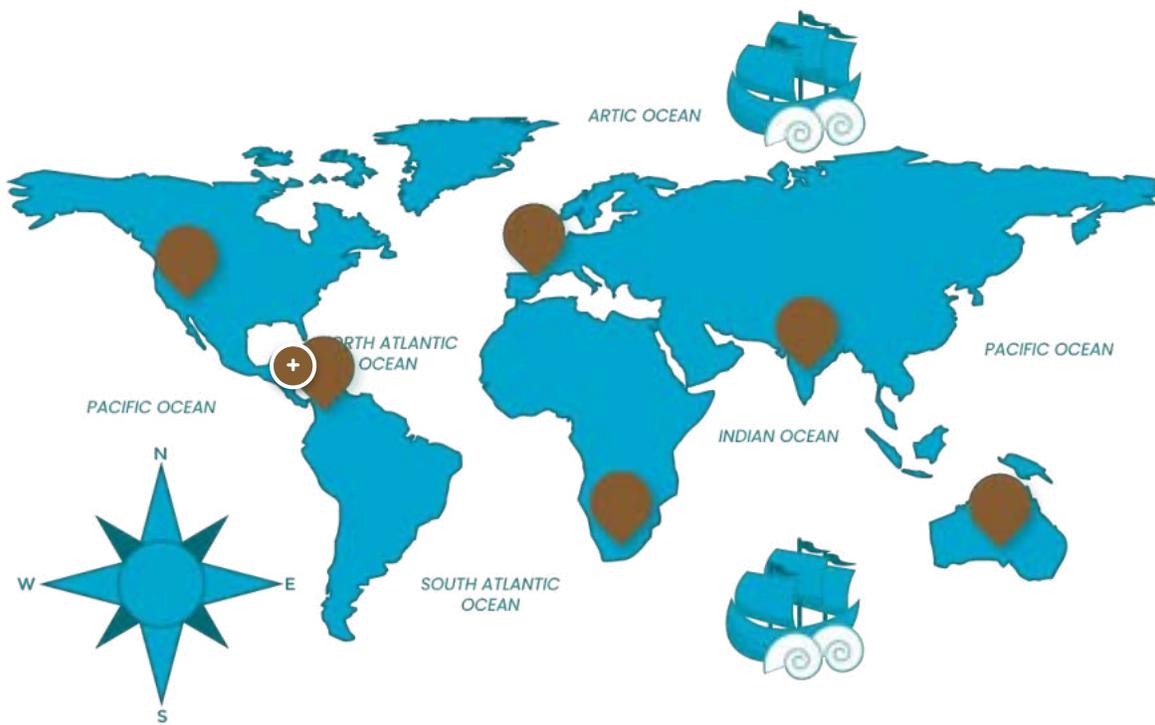
Europa





Sud Africa



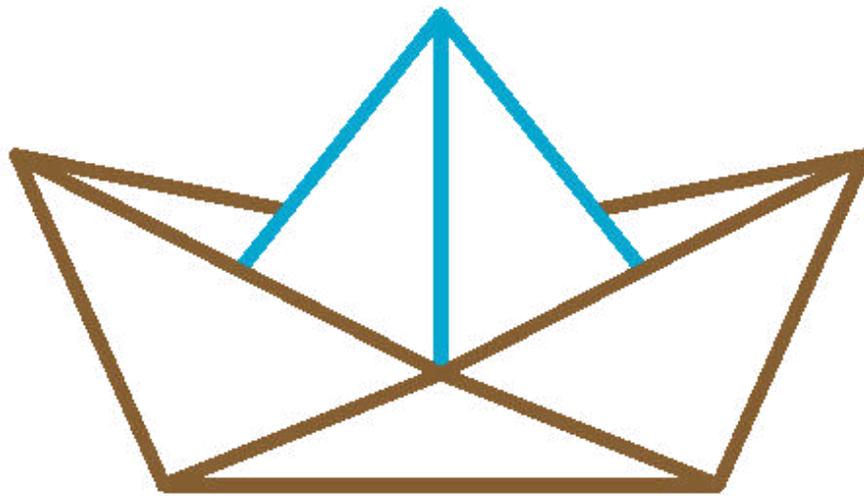


Colombia



Esempi di fiumi temporanei distribuiti in varie parti del globo

PROSEGUI



Elevata variabilità

I fiumi temporanei sono caratterizzati da una elevata variabilità dei fenomeni di intermittenza, sia nel tempo che nello spazio.

Lo sapevi che...?



Sono comuni e onnipresenti, rappresentando **più del 50% del reticolo fluviale mondiale.**

A causa della combinazione e della continua successione di ecosistemi terrestri e acquatici, **la biodiversità dei fiumi temporanei può essere estremamente elevata.**

Questi fiumi forniscono una grande varietà di benefici e di servizi ecosistemici alla nostra società, come ad esempio:

- 1 L'approvvigionamento di acqua e di materiale legnoso.
- 2 La presenza di habitat terrestri e acquatici.
- 3 La regolazione dei cicli biogeochimici di azoto, fosforo e carbonio.
- 4 La presenza di corridoi ecologici per gli animali selvatici e da branco.

Oltre ai servizi ecosistemici già menzionati, **il processo di scomparsa e riattivazione del flusso nel letto dei fiumi** influenza:



**La
biodiversità**



**Il
funzionamento degli
ecosistemi**

Tuttavia, a causa di percezioni negative e del fatto che sono storicamente stati trascurati dagli idrologi, **i fiumi temporanei si stanno deteriorando ad un ritmo allarmante**, avendo ancora difficoltà ad essere riconosciuti dalle varie legislazioni come **fiumi con caratteristiche e bisogni specifici**.



Negli anni recenti, senza una tassonomia universale ed ufficiale, la letteratura scientifica ha definito diversi termini con cui riferirsi ai fiumi temporanei e ai diversi fenomeni di intermittenza. Di seguito si riportano le principali denominazioni utilizzate in inglese, accompagnate dalla relativa traduzione.

1

Arid ("Arido")

- 2 Discontinuous ("Discontinuo")
- 3 Dry ("Secco")
- 4 Ephemeral ("Effimero")
- 5 Intermittent ("Intermittente")
- 6 Interrupted ("Interrotto")
- 7 Irregular ("Irregolare")
- 8 Non-permanent ("Non-permanente")
- 9 Seasonal ("Stagionale")
- 10 Episodic ("Episodico")



In questo corso, abbiamo deciso di utilizzare il termine **“Temporary (Temporaneo)”**, in quanto è ampiamente utilizzato nella normativa europea, ma anche altri termini come “Non-perennial (Non-perenne)” o “Drying (Che si secca)” sono comunemente usati.

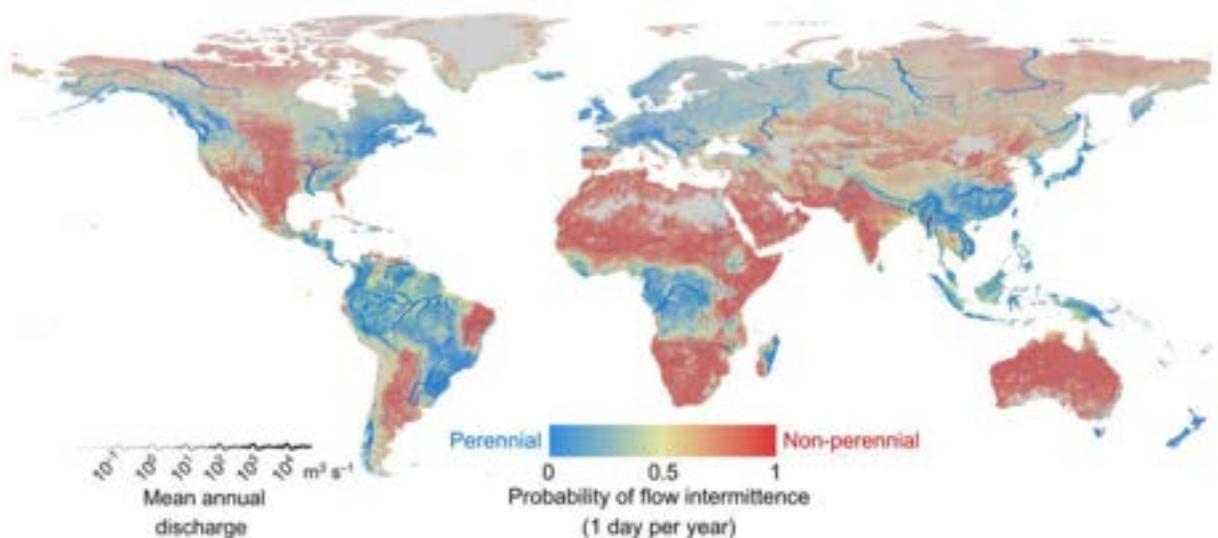
PROSEGUI

Prevalenza globale dei fiumi temporanei

Recenti analisi idrologiche di Messenger et al. (2021), cercando di quantificare la **presenza dei fiumi temporanei nel mondo**, hanno concluso che l'intermittenza del fiume, definendo come la cessazione del flusso per almeno un giorno all'anno in media, è la regola sulla terra e non l'eccezione.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Distribuzione globale dei fiumi temporanei. L'intermittenza è definita come cessazione del flusso per almeno un giorno all'anno in media (**Dati presi da Messenger et al., 2021**)





Messenger, M. L., Lehner, B., Cockburn, C., Lamouroux, N., Pella, H., Snelder, T., ... & Datry, T. (2021). Global prevalence of non-perennial rivers and streams. *Nature*, 594(7863), 391-397.

Guardiamo il **Deflusso Medio Annuale ("Mean Annual Flow", MAF)** che si ottiene dividendo la somma di tutti i singoli deflussi giornalieri per il numero di flussi giornalieri registrati nell'anno:



MAF > 0.1

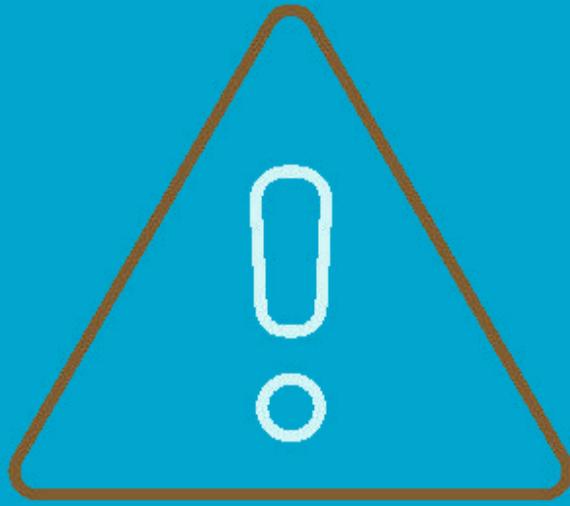
Se si considera un MAF > 0.1 m³/s, le stime riportano una percentuale di fiumi temporanei intorno al **41%**.



MAF < 0.1

Ma se si includono fiumi con portate minori (MAF sotto 0.1 m³/s), si raggiungono percentuali superiori al **50%**, con stime conservative.





IMPORTANTE

Questi risultati pongono una **una questione importante** per la nostra percezione generale dei fiumi, poiché **la condizione più comune è l'intermittenza o la cessazione del flusso**, mentre **una condizione di flusso perenne è meno comune sulla Terra**.

La classificazione tra **fiumi permanenti e fiumi temporanei** è fissa?



Si noti che la separazione tra fiumi permanenti e temporanei non è stabile nel tempo. Diversi fattori possono influenzare un passaggio significativo da una condizione all'altra, aumentando le

intermittenze di flusso in varie parti del mondo.

Questi fattori sono principalmente:

- 1 Clima locale
- 2 Eventi di pioggia
- 3 Cambiamento climatico
- 4 Pressioni antropiche, come le variazioni dei prelievi idrici

(Acuña et al., 2017)



Acuña, V., Hunter, M., & Ruhí, A. (2017). Managing temporary streams and rivers as unique rather than second-class ecosystems. *Biological Conservation*, 211, 12-19.



Europa Sud-Occidentale

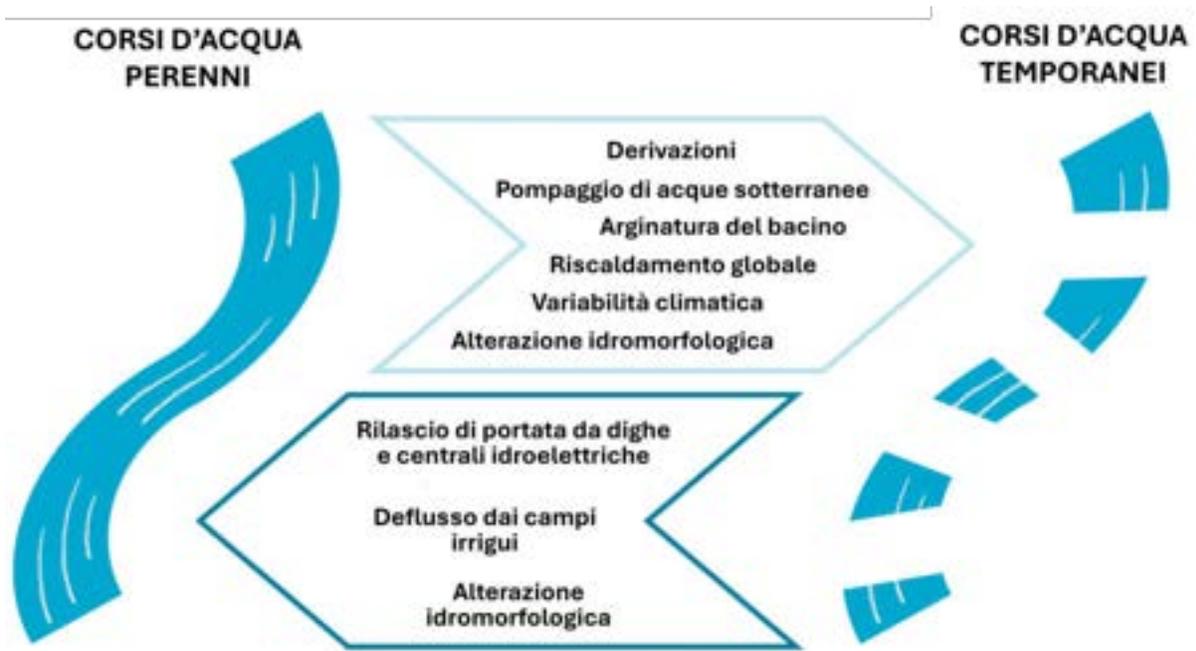
Nell'Europa sud-occidentale, i cambiamenti della copertura del suolo e l'aumento della richiesta d'acqua da parte dell'irrigazione sono i principali fattori che determinano la riduzione del flusso di acqua.

Negli ultimi 50 anni, alcuni dei fiumi più grandi del mondo, come **Nilo, Giallo, Indo e Colorado**, che storicamente scorrevano ininterrottamente, hanno iniziato a registrare la cessazione del flusso e l'inaridimento degli alvei in alcune porzioni del fiume.

Questo ha generato una transizione da corsi d'acqua permanenti a corsi d'acqua temporanei. Inoltre, i cambiamenti climatici, con l'aumento dell'evaporazione e la diminuzione delle precipitazioni, influenzeranno direttamente il ciclo idrologico, aumentando i periodi in cui l'acqua cesserà di scorrere.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Fattori della transizione da regimi di flusso perenni a temporanei e da temporanei a perenni

PROSEGUI

Classificazione dei fiumi temporanei basati sull'intermittenza del flusso



Intensità dell'intermittenza del flusso

La descrizione dell'intermittenza del flusso può fornire informazioni importanti per capire quando e per quanto tempo le acque superficiali sono presenti in un fiume, nonché per valutare la presenza di habitat acquatici per animali e piante.



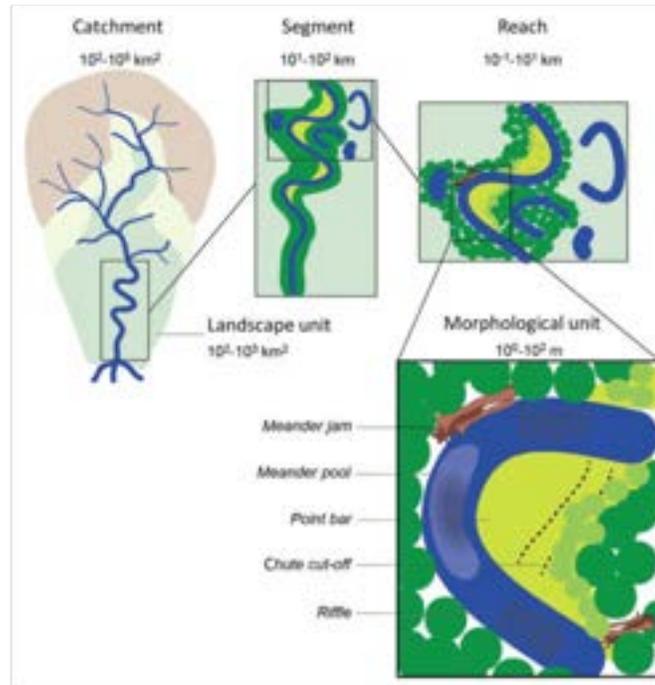
Scala di analisi

Per l'analisi dei fiumi temporanei, la scala da considerare è tipicamente la scala del tratto, essendo una porzione del fiume lungo la quale esistono condizioni idrologiche e morfologiche simili. Questa scala è solitamente compresa tra 0.1 e 10 km.





Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

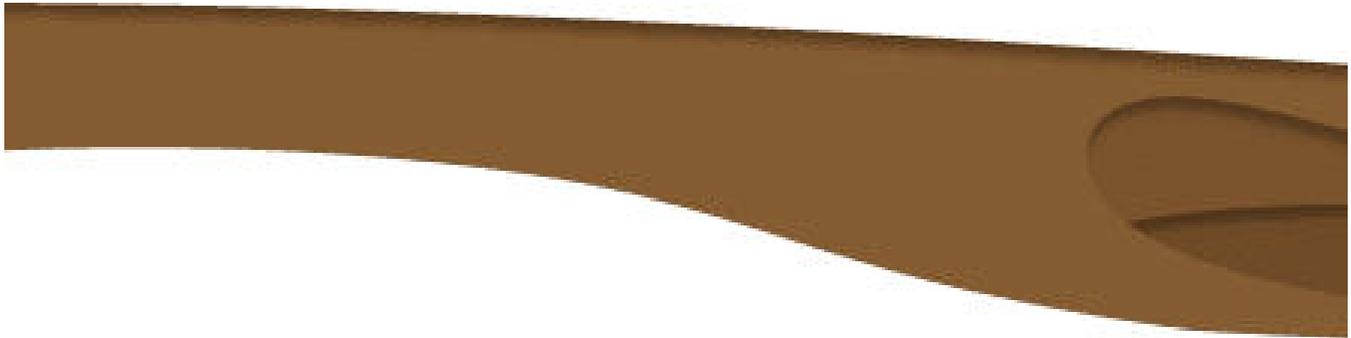


Struttura gerarchica dei sistemi fluviali, dal bacino idrografico all'unità morfologica
([Rinaldi et al., 2016](#))





Rinaldi, M., Belletti, B., Comiti, F., Nardi, L., Mao, L., Bussetini, M. (2016): Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM). Versione aggiornata 2016. ISPRA – Manuali e Linee Guida 132/2016. Roma, gennaio 2016.



A cosa serve la **scala di tratto**?



La scala di tratto è selezionata per valutare la frequenza e la durata dei periodi di secca nei fiumi temporanei.

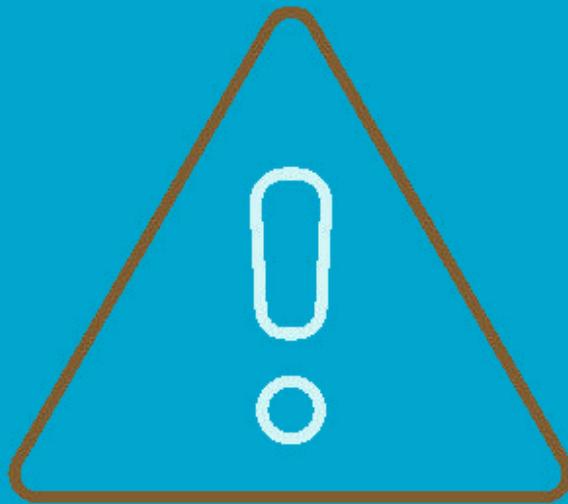
Da un punto di vista geomorfologico, un tratto fluviale (stessa morfologia del canale e stesse caratteristiche idrologiche) ha una risposta omogenea alla cessazione del flusso.

Pertanto, l'intermittenza del flusso dovrebbe essere definita considerando questa scala spaziale.



Tuttavia, la presenza di acque superficiali non è determinata solo dalle caratteristiche morfologiche dei fiumi, perché può variare a seconda di:

- 1 La conducibilità idraulica del sedimento fluviale.
- 2 L'elevazione locale della falda freatica.
- 3 Il tasso di evapotraspirazione dovuto alla temperatura dell'aria e alla radiazione solare.



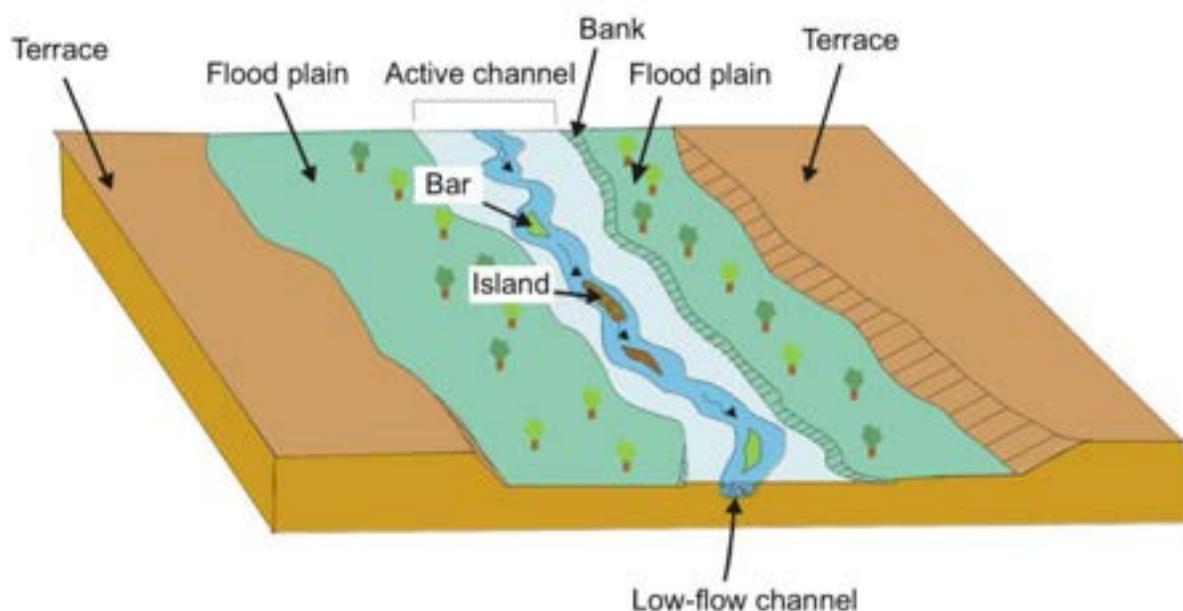
IMPORTANTE

Quindi, suggeriamo di **definire chiaramente una scala spaziale appropriata e di descrivere il metodo utilizzato** per la segmentazione fluviale, prima di iniziare a classificare le condizioni idrologiche nei corsi d'acqua selezionati.

È importante affermare che la classificazione della condizione idrologica **deve essere correlata alla presenza di acqua all'interno del canale attivo**, cioè la porzione del corridoio fluviale definita da un'interruzione della pendenza delle sponde che è anche tipicamente il bordo della vegetazione permanente.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Componenti della morfologia fluviale. Il canale attivo può essere definito come la porzione del corridoio fluviale delimitata dalle sponde e dalla vegetazione permanente. Nel canale attivo, la dinamica morfologica è più efficace e i sedimenti vengono trasportati e depositati attivamente ([Università di Napoli](#))





Università di Napoli. Tradotta. <https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/397494>

PROSEGUI

Prospettiva idrologica ed ecologica



**Fare clic sul pulsante START > per visualizzare le informazioni
e clicca sulle immagini per ingrandirle.**



Fiume Sciarapotamo, Salerno (IT) nelle 3 condizioni idrologiche F) Flusso continuo ("Flowing"), P) Stagnazione ("Ponding") e D) Secca ("Dry").

Da una prospettiva idrologica ed ecologica, uno degli approcci più diffusi per stimare la frequenza e la durata dei periodi di secca si basa sulla distinzione di tre diverse condizioni idrologiche.

Condizione Flusso continuo (flowing, F)



Flusso continuo e visibile dell'acqua lungo tutto il tratto fluviale analizzato.

La condizione di flusso continuo è facilmente rilevabile in quanto vi è un flusso superficiale continuo nel canale fluviale.

Condizione Stagnante (ponding, P)



Presenza discontinua di acqua; l'acqua di superficie si trova in stagni isolati, pozze o porzioni del canale di bassa portata.

La condizione stagnante è più ambigua, perché raggruppa gli stati intermedi in cui l'acqua superficiale è presente lungo il canale fluviale, formando stagni isolati, pozze o porzioni sommerse del canale di bassa portata. Questa condizione è tipicamente stabile quando c'è una connessione significativa con la falda o quando i flussi iporreici collegano l'alveo e la falda acquifera.

Condizione Secca (dry, D)



Assenza di acqua superficiale, con alveo secco.

La condizione di secca implica l'assenza di acque superficiali che inducono un alveo asciutto, ed è generalmente dovuta alla completa disconnessione del fiume con le acque sotterranee.

Riferimenti bibliografici:

(Cavallo et al., 2022)

Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Veza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

In base alla permanenza temporale delle tre condizioni idrologiche **(F, P, D)**, diversi regimi idrologici possono essere identificati in **fiumi temporanei**.

Tuttavia, a causa della soggettività intrinseca nel determinare i **valori limite** tra le condizioni idrologiche, un metodo universalmente applicabile rimane elusivo.



Nella letteratura scientifica sono state proposte diverse classificazioni dell'intermittenza del flusso di fiumi temporanei, ma non esiste una solidità statistica né un coordinamento tra i **paesi dell'UE.**

PROSEGUI

La Direttiva Quadro Acque (WATER FRAMEWORK DIRECTIVE , WFD, Commissione Europea, 2000)

è il principale strumento legale per proteggere gli ecosistemi fluviali nell'Unione Europea, con l'obiettivo di raggiungere un Buono Stato Ecologico in tutti i corpi idrici. Esso stabilisce che, per valutare lo stato ecologico, devono essere definite in anticipo le condizioni di riferimento per ogni tipo di corpo idrico.



The EU Water Framework Directive

Water supports life. It is a crucial resource for humanity, generating and sustaining economic and social prosperity. It is also at the core of natural ecosystems and climate regulation.

The EU Water Framework Directive (WFD), adopted in 2000, takes a pioneering approach to protecting water based on natural geographical formations: river basins. It sets out a precise timetable, with 2015 as the deadline for getting all European waters into good condition.

Europe's water is under pressure. Economic activities, population growth and urbanisation are increasing pressures on freshwater throughout Europe.

Unless stronger action is taken, 47% of EU surface waters will not have good ecological status by 2015.

About 25% of groundwaters have poor chemical status due to human activities. The chemical status of 40% of surface waters is unknown, showing that monitoring is inadequate in many Member States.

The 2012 Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources identifies obstacles to better water management, offers concrete solutions and sets the EU's water policy agenda for years to come.

The WFD is complemented by other, more specific, EU laws:

- The Environmental Quality Standards Directive (2008)
- The Marine Strategy Framework Directive (2008)
- The Floods Directive (2007)
- The Groundwater Directive (2006)
- The Bathing Water Directive (2006)
- The Drinking Water Directive (1998)
- The Urban Wastewater Directive (1991)
- The Nitrates Directive (1991)

Ci sono forti limitazioni all'implementazione della **direttiva quadro acque per i fiumi temporanei**, a partire dalla definizione delle **condizioni di riferimento**.

È, quindi, necessario **monitorare e modellare le intermittenze di flusso**, recuperando la **frequenza, la durata e la stagionalità** di ogni condizione idrologica.

An aerial photograph of a river network in a mountainous region during sunset. The sky is a mix of orange, red, and blue, with a few wispy clouds. The water reflects the colors of the sky. The land is dark, with some trees and small structures visible. The text is overlaid on the left side of the image.

Solo alcuni paesi della regione mediterranea hanno introdotto classificazioni specifiche per i fiumi temporanei.



Fare clic sulle carte per sfogliarle.



**Italia, con il "D.M.
131/2008" del Ministero
dell'Ambiente e della
Tutela del Territorio e
del Mare - MATTM,
2008)**

*Riferimenti: MATTM. (2008). Ministero
dell'Ambiente e della Tutela del Territorio*



**Spagna, con "ORDEN
ARM/2656/2008" dell'
Instrucción de
Planificación
Hidrológica - IPH, 2008)**

*Riferimenti: IPH. (2008). Orden
ARM/2656/2008, de 10 de septiembre,
por la que se aprueba la instrucción de*



Questi due paesi hanno sviluppato legislazioni nazionali per la classificazione dei fiumi temporanei.



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

Paesi in cui sono utilizzate soglie per classificare i fiumi temporanei



**Paesi in cui sono
utilizzate soglie per
classificare i fiumi
temporanei**



Soglie

Per esempio:

Il numero medio in un anno di giorni o mesi con assenza di flusso.



Categorie dei fiumi non perenni

Le categorie temporaneo, intermittente, effimero ed episodico.

In parallelo alle legislazioni nazionali, diversi progetti di ricerca europei hanno lavorato per classificare i fiumi temporanei in base all'intermittenza del flusso.

Esempi di questi progetti di ricerca sono:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

MIRAGE —

Realizzato dalla Commissione Europea, MIRAGE ha proposto una metodologia per integrare gli aspetti idrologici, ecologici e fisico-chimici per l'attuazione della WFD nei corsi d'acqua temporanei del Mediterraneo (<https://cordis.europa.eu/project/id/211732>).



LIFE + TRivers —

LIFE + TRivers ha fornito un software (TREHS) per valutare i regimi fluviali temporanei come primo passo per la valutazione dello stato ecologico (<http://www.lifetrivers.eu/>).



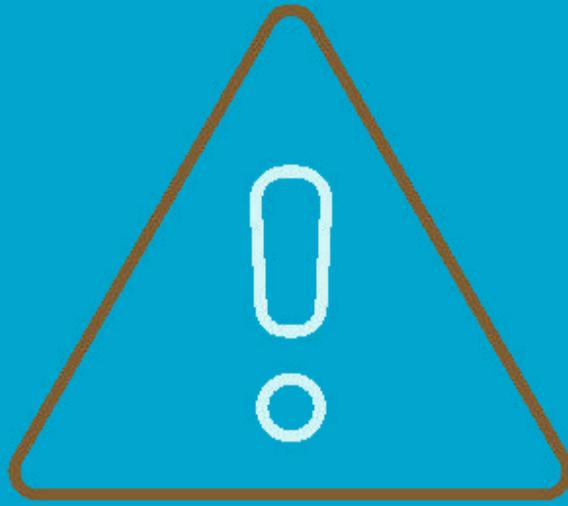
SMIRES —

SMIRES ha istituito una rete multidisciplinare di scienziati ed esperti provenienti da 32 paesi per consolidare ed espandere le conoscenze sui fiumi temporanei e tradurle in una gestione

sostenibile basata sulla scienza (<https://www.smires.eu/>).



Questi progetti di ricerca hanno recentemente fornito nuovi spunti per la comprensione del funzionamento eco-idrologico degli ecosistemi di acqua dolce nei fiumi temporanei. Tuttavia, vi sono difficoltà nello stabilire tipologie generali di fiume temporaneo (o idrotipi) e attualmente è necessaria una cooperazione più intensa tra gli Stati membri dell'Unione Europea ([Commissione Europea, 2022](#)).



IMPORTANTE

Tra le classificazioni esistenti, in questo corso, proponiamo di utilizzare quella pubblicata dal **Ministero dell'Ambiente spagnolo** (Guida MITERD, 2021), in quanto si basa sul verificarsi temporale delle condizioni idrologiche nei TR.

PROSEGUI

MITERD Guide, 2021

(Ministerio para la Transición Ecológica y el
Reto Demográfico)



Fare clic sul pulsante per scaricare il documento.



**guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-
y-subterranas_tcm30-514230.pdf**

9.4 MB





Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

La classificazione spagnola distingue **categorie di fiumi temporanei** in base a **tre metriche (M)** che riguardano:

Management Temporary River Categories (MTRCs)	% Flow Permanence (Mf)	% Pool Permanence (Mp)	% Dry Permanence (Md)
Perennial or Quasi-perennial	$99 < Mf \leq 100$	$0 \leq Mp < 1$	$0 \leq Md < 1$
	$82 < Mf \leq 99$	$0 \leq Mp \leq 18$	$0 \leq Md \leq 18$
Intermittent-fluent	$27 < Mf \leq 82$	$0 \leq Mp \leq 73$	$0 \leq Md \leq 73$
Intermittent-stagnant	$0 < Mf \leq 27$	$40 \leq Mp \leq 100$	$0 \leq Md \leq 60$
Ephemeral	$0 < Mf \leq 27$	$0 \leq Mp \leq 40$	$33 \leq Md \leq 100$

(fare clic sull'immagine per ingrandirla)

Criteri per definire i quattro idrotipi, o "categorie fluviali temporanee di gestione" (management temporary river categories, MTRC): quasi-perenne ("quasi-perennial"), intermittente-fluente ("intermittent-fluent"), intermittente-stagnante ("intermittent-stagnant") ed effimero ("ephemeral"), proposti in Spagna sulla base della permanenza del flusso continuo (Mf), della permanenza delle pozze (o stagnante) (Mp) e della permanenza dell'alveo secco (Md) ([Munné et al., 2021](#))





Munné, A., Bonada, N., Cid, N., Gallart, F., Solà, C., Bardina, M., ... Prat, N. (2021). A proposal to classify and assess ecological status in Mediterranean temporary Rivers: Research insights to solve management needs. *Water*, 13(6), 767.



Mf

Permanenza temporale
della condizione di
flusso continuo



Mp

Permanenza temporale
condizione di
stagnazione



Md

Permanenza temporale
condizione di **secca**

La combinazione di queste tre metriche (**Mf**, **Mp**, **Md**) è usata per classificare i **fiumi temporanei** in **quattro gruppi**, chiamati **idrotipi**.

In particolare, i quattro idrotipi identificati da **MITERD** (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico) sono:

- 1 Fiumi perenni o quasi-perenni.
- 2 Intermittente-fluente.
- 3 Intermittente-stagnante.
- 4 Effimero.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

Grafico ternario

Le metriche **Mf, Mp e Md** possono anche essere visualizzate in un **grafico ternario** usato per classificare visivamente i fiumi temporanei nei diversi idrotipi.

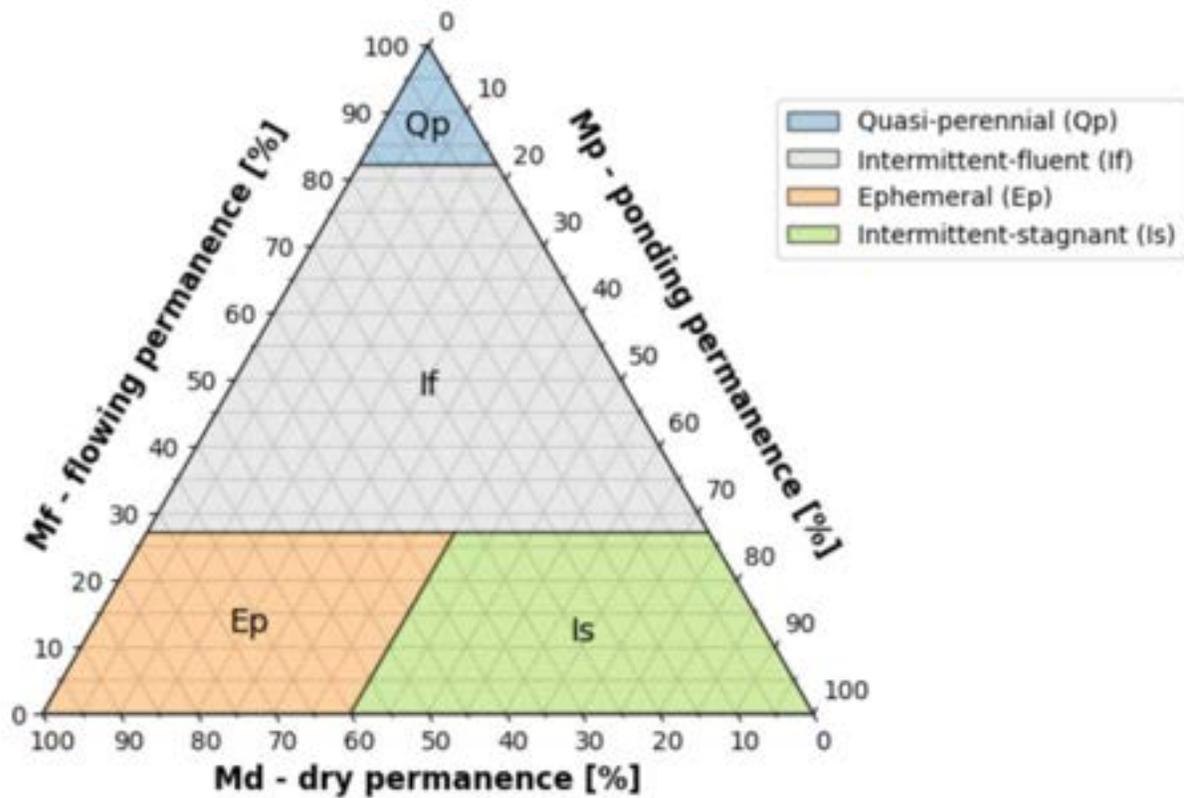


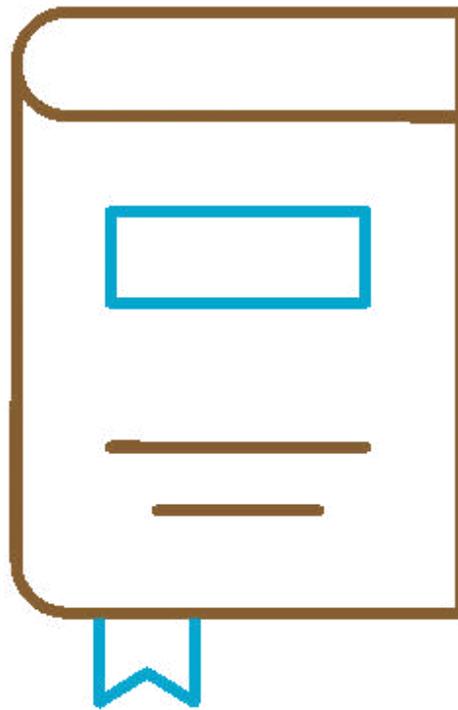
Grafico ternario per definire graficamente gli idrotipi dei fiumi temporanei: quasi-perenni, intermittenti-fluenti, intermittenti-stagnanti ed effimeri. La classificazione si basa su tre metriche: permanenza del flusso continuo (Mf), permanenza della stagnazione (Mp) e permanenza della secca (Md) ([Munné et al., 2021. Adattato](#))



Munné, A., Bonada, N., Cid, N., Gallart, F., Solà, C., Bardina, M., ... Prat, N. (2021). A proposal to classify and assess ecological status in Mediterranean temporary Rivers: Research insights to solve management needs. *Water*, 13(6), 767.



Questo grafico ternario è stata proposta da Munné et al. (2021) ed è un adattamento della classificazione TREHS descritta in Gallart et al. (2017).



Definizione:

Da adesso in avanti, il termine **idrotipo** verrà utilizzato per distinguere le quattro diverse categorie di fiumi temporanei (perenni o quasi-perenni, intermittenti-fluenti, intermittenti-stagnanti ed effimeri).

Questa classificazione dovrebbe essere implementata in **Spagna** per i Piani di Gestione dei Bacini idrografici nel terzo ciclo (2022-2027) della Direttiva Quadro Acque.

Nei prossimi anni saranno disponibili ulteriori informazioni per indagare meglio questa classificazione (**Munné et al., 2021**).





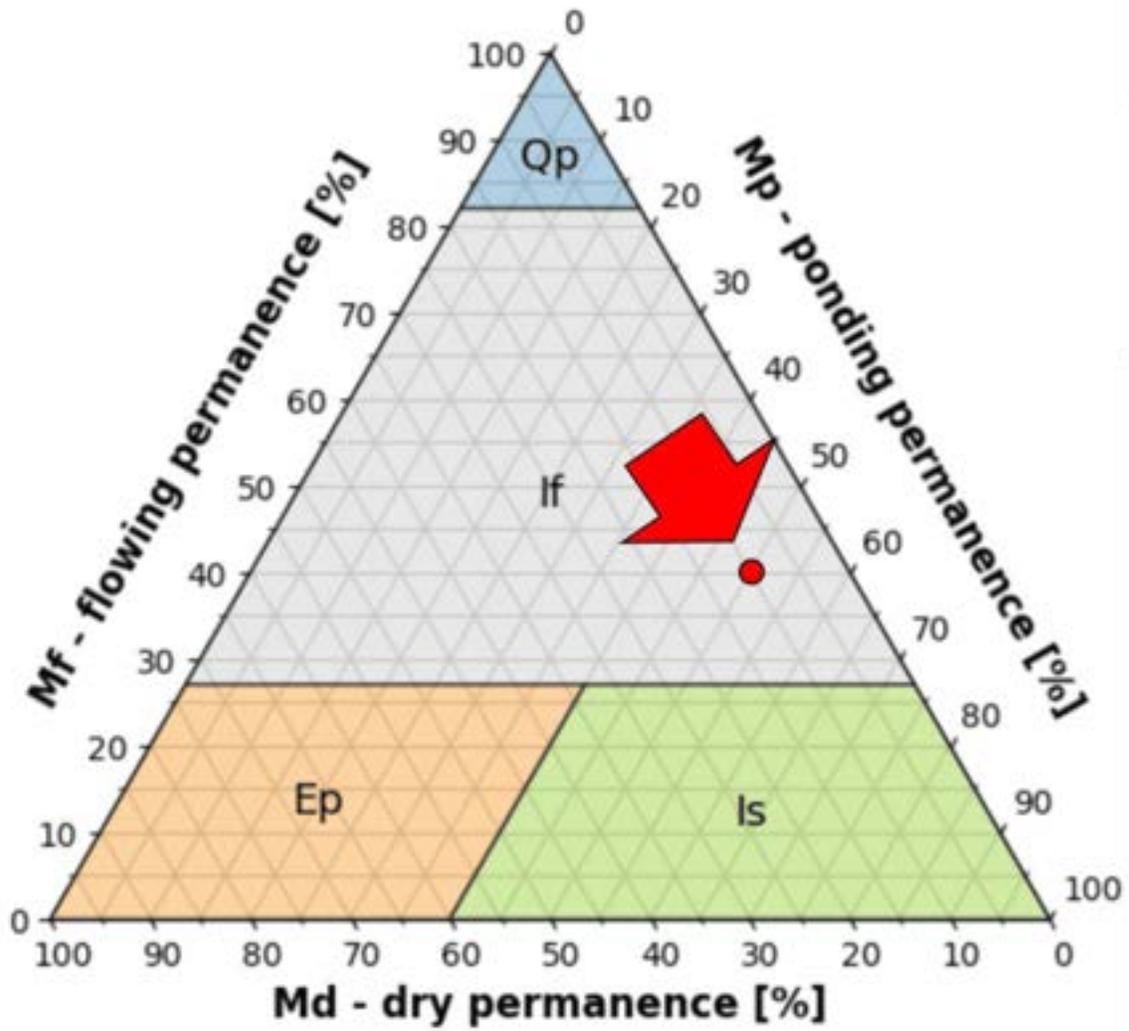
Munné, A., Bonada, N., Cid, N., Gallart, F., Solà, C., Bardina, M., ... Prat, N. (2021). A proposal to classify and assess ecological status in Mediterranean temporary Rivers: Research insights to solve management needs. *Water*, 13(6), 767.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

Un punto nel grafico ternario

Nota che, per ogni tratto fluviale, i valori relativi di **Mf, Mp e Md** possono variare a seconda dell'anno. Tuttavia, una volta che Mf, Mp e Md sono calcolati per uno specifico periodo di tempo, la classificazione della portata fluviale può essere rappresentata come **un punto nel grafico ternario.**



In questo esempio, Mf=40%, Mp=50%, Md=10%



Ovviamente, la somma di Mf + Mp + Md dà sempre 100%

PROSEGUI

Come monitorare la presenza di acqua e le condizioni idrologiche



RIVERTEMP

IMPORTANZA DEI FIUMI TEMPORANEI PER LA SOCIETÀ E
METODOLOGIE DI MONITORAGGIO

Gli ostacoli principali per lo studio e la
classificazione dei regimi idrologici dei fiumi
temporanei sono:



Mf

L'elevata variabilità spaziale e temporale della permanenza della condizione di **flusso continuo**



Mp

L'elevata variabilità spaziale e temporale della permanenza della condizione **di stagnazione**



Md

L'elevata variabilità spaziale e temporale della permanenza della condizione **di secca**

Per affrontare questa variabilità spaziotemporale, un approccio comune consiste innanzitutto nel segmentare il fiume in tratti idro-morfologici omogenei ([sensu, Rinaldi et al., 2013](#)), e, dopo, stimare i valori di Mf, Mp, e Md at su base annuale o per l'intero periodo di interesse.



Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussetini, M. (2013). A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI). *Geomorphology*, 180, 96-108.



Vedere Modulo 3 per approfondire.

Il monitoraggio dell'intermittenza di flusso a **scala di tratto omogeneo** è il punto di partenza cruciale per descrivere **la frequenza, la durata, e la tempistica di occorrenza di ciascuna condizione idrologica lungo tutto l'anno.**

Inoltre, per ogni tratto investigato, è necessario comprendere l'**evoluzione del fenomeno di intermittenza nel tempo**, o possibili alterazioni del regime di flusso dovute al consumo idrico attuale o futuro.

PROSEGUI

**Metodi e approcci per osservare
e monitorare le condizioni
idrologiche**



Fare clic sul pulsante INIZIO per visualizzare le informazioni.



Attualmente, sono disponibili diversi metodi e approcci per osservare e monitorare le frequenze delle condizioni idrologiche nei fiumi temporanei. Gli approcci disponibili possono essere raggruppati in 5 categorie, come segue:

Indagini in campo



I rilievi sul campo sono una delle soluzioni più comuni per l'acquisizione di dati sulle condizioni di flusso di un fiume temporaneo. I dati raccolti sul campo possono essere altamente accurati e affidabili. Ciononostante, questo approccio è spesso limitato dalla scarsa replicabilità e dai costi delle campagne di raccolta dati sul campo. Per ridurre i costi ed estendere la copertura, negli ultimi anni sono state sviluppate app per cellulari che utilizzano la citizen science ("scienza partecipata") e il crowdsourcing come fonti di dati.

Esempio: DRYVER App (<https://www.dryver.eu/app>)

Stazioni di misura di portata



Le stazioni di misura della portata sono ampiamente utilizzate per ottenere la portata istantanea nei fiumi e serie storiche di dati a lungo termine.

Quando la serie temporale della portata è disponibile, permette di valutare l'evoluzione della portata nel corso degli anni, nonché la frequenza e la durata dei periodi a portata zero.

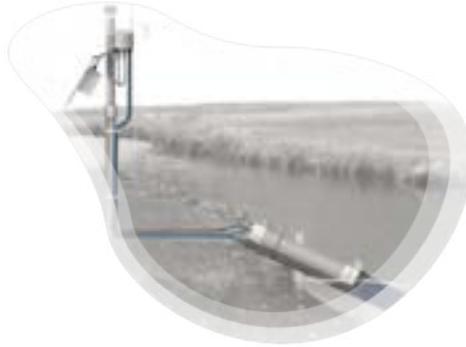
Tuttavia, le stazioni di misura della portata rilevano solo il flusso superficiale in un punto o sezione del fiume e sono raramente presenti lungo i fiumi temporanei. Di conseguenza, questa tecnica presenta seri problemi nel distinguere gli eventi a portata zero, ovvero nelle fasi di secca e di stagnazione dell'acqua.

In molti casi, è stato osservato che la cessazione reale del flusso superficiale avviene per una certa soglia di portata superiore a zero nella serie temporale, mentre portate inferiori corrispondono eventualmente a condizioni di stagnazione o secca.

Non è ancora chiaro come la soglia tra eventi di flusso e non flusso resti stabile durante l'anno e tra anni diversi, né se sia possibile stabilire una soglia di portata nella serie temporale per distinguere tra condizioni di stagnazione o di secca (**Queslati et al., 2015**).

Riferimenti bibliografici: [Oueslati, O., De Girolamo, A. M., Abouabdillah, A., Kjeldsen, T. R., & Lo Porto, A. \(2015\). Classifying the flow regimes of Mediterranean streams using multivariate analysis. *Hydrological Processes*, 29\(22\), 4666-4682.](#)

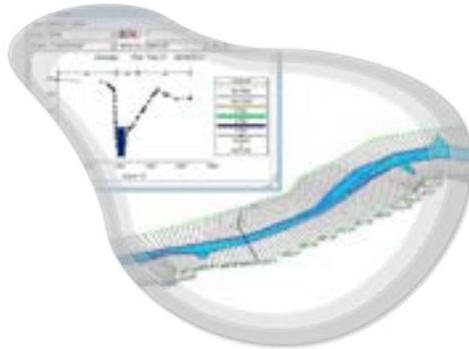
Data logger



Un altro metodo per ottenere dati in tempo reale e serie temporali sulla presenza d'acqua utilizza data logger che misurano il livello della falda, la temperatura dell'acqua e/o la conducibilità elettrica.

Questi strumenti possono rilevare lo spostamento dei fronti di flusso, ma potrebbero avere difficoltà a distinguere tra acqua in movimento e acqua stagnante. Inoltre, presentano limiti legati alla misurazione puntuale e al rischio che gli strumenti vengano trascinati o sepolti durante le piene oppure danneggiati da atti vandalici.

Modellazione idrologica



I modelli idrologici sono strumenti utili quando sono in grado di prevedere l'occorrenza del flusso nei fiumi. Questo approccio, che consente di stimare la portata in ogni sezione del fiume, ha una lunga tradizione nella scienza fluviale.

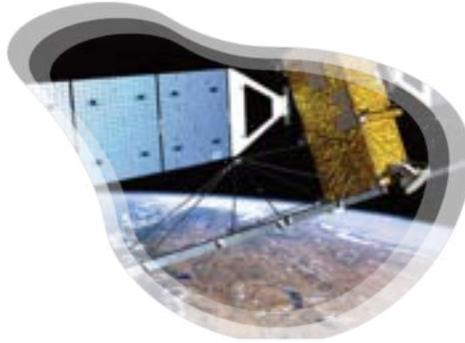
Tuttavia, importanti limitazioni possono derivare dalla disponibilità dei dati e dalla rappresentazione fisica dell'interazione tra acque superficiali e sotterranee, delle condizioni di umidità del suolo, della granulometria e della conducibilità idraulica del sedimento del letto durante gli eventi a portata zero.

Gli approcci più comuni possono ancora essere soggetti a errori nella previsione degli eventi a portata zero alla scala di tratto fluviale, a causa della complessità dei processi fisici che determinano l'occorrenza del flusso continuo nei fiumi.

La modellazione idrologica può sovrastimare o sottostimare gli eventi di zero portata con una grande variabilità di incertezza a seconda del caso di studio. Questi modelli richiedono stazioni di misura per la calibrazione,

nonché una grande quantità di dati (interazione acque superficiali-sotterranee, composizione del letto, ecc.) per la loro costruzione.

Telerilevamento



Il telerilevamento ha recentemente dimostrato un significativo potenziale nel monitoraggio delle condizioni idrologiche nei fiumi temporanei. Attualmente, sia le indagini aeree sia le immagini satellitari permettono di effettuare rapide e ampie stime delle condizioni di flusso nei fiumi temporanei.

Le immagini satellitari sono raccolte a livello mondiale e possono avere un tempo di rivisitazione, sulla stessa sezione di fiume, inferiore alla settimana.

I sensori multispettrali offrono la possibilità di distinguere meglio l'acqua dal sedimento e dalla vegetazione e, quindi, di monitorare costantemente l'evoluzione delle condizioni idrologiche.

I principali limiti nell'applicazione delle immagini satellitari ai fiumi temporanei riguardano la risoluzione spaziale limitata (fino a 10 m per la missione Sentinel-2, per i dati satellitari liberamente accessibili), che ne ostacola l'uso in fiumi e corsi d'acqua più piccoli; la copertura nuvolosa, che rende inutilizzabile una quota importante delle immagini disponibili;

e la presenza di una vegetazione fitta nei letti fluviali che può mascherare il canale del fiume.

Immagini satellitari e telerilevamento

Grazie alla copertura globale e al breve tempo di rivisitazione, in questo corso ci si riferisce all'uso di immagini satellitari e telerilevamento per stimare le frequenze relative di condizioni di flusso continuo, di stagnazione e di secca. In particolare, si suggerisce l'uso del dataset Sentinel-2, per le sue caratteristiche di accesso libero e gratuito e per la risoluzione spaziale, che arriva fino a 10 metri sul terreno.

Sentinel-2

La missione Sentinel-2 comprende due satelliti gemelli dotati di un sensore multispettrale (MSI), che acquisisce un totale di 13 bande, con una risoluzione spaziale che varia da 10 a 60 m a seconda della banda. La presenza dei due satelliti consente di acquisire la stessa area ogni 5 giorni (o più frequentemente in caso di sovrapposizione delle acquisizioni). Questo intervallo di tempo rappresenta una tempistica di osservazione appropriata, poiché nei fiumi temporanei le condizioni idrologiche possono cambiare e passare da una all'altra in meno di una settimana (si veda il Modulo 2 per i dettagli).



Fare clic sul pulsante per aprire il sito web.

A proposito di Sentinel-2...

Se vuoi scoprire di più sui 2 satelliti.

INFOGRAFICA

PROSEGUI

Per concludere questo primo modulo, nei video seguenti potrai scoprire come funziona questo satellite. È sufficiente premere il pulsante Play.

Avanti!



Fare clic sul pulsante per guardare i video.

Earth from Space: special edition

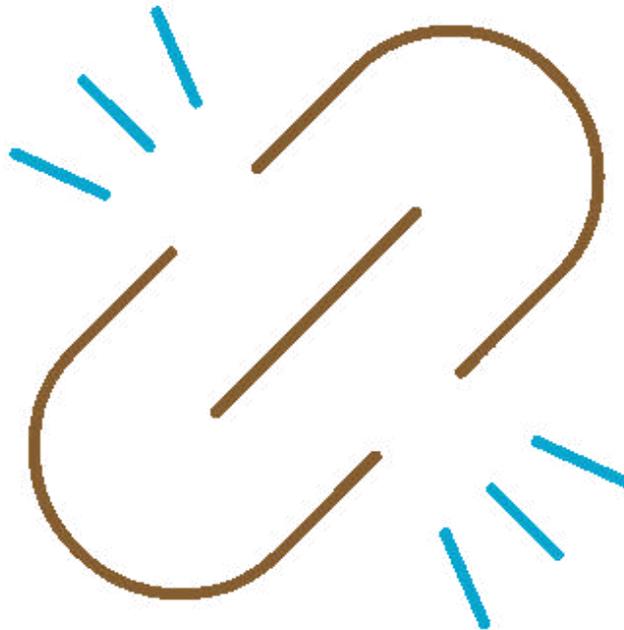


Moving ahead with Sentinel-2



PROSEGUI

Riferimenti bibliografici



Riferimenti bibliografici

Nello sviluppo di qualsiasi corso accademico, i riferimenti bibliografici giocano un ruolo cruciale fornendo il necessario supporto teorico e pratico per il materiale insegnato.

I riferimenti non solo rafforzano la credibilità dei materiali di studio, ma consentono agli studenti di approfondire gli argomenti trattati,

Questa serie di riferimenti è stata accuratamente selezionata per fornire una solida base di conoscenza, comprendendo

acquisendo una comprensione più profonda dei concetti chiave e scoprendo nuove prospettive.

una varietà di fonti, tra cui libri, articoli accademici, ricerche recenti e risorse digitali.



Ci auguriamo che questi riferimenti siano uno strumento prezioso per l'apprendimento, favorendo una comprensione completa e critica degli argomenti affrontati in questo corso.

Rio delle Amazzoni - Brasile, Foto di: NASA.

<https://www.nasa.gov/image-article/amazon-river/>

Acuña, V., Hunter, M., & Ruhí, A. (2017). Managing temporary streams and rivers as unique rather than second-class ecosystems. *Biological Conservation*, 211, 12-19.

Castro, S. L., E. D. Cafaro, M. G. Gallego, A. M. Ravelli, J. J. Alarcón, C. G. Ramonell y M. L. Amsler 2007. Evolución morfológica histórica del cauce del Río Paraná en torno a Rosario (km 456 -406). XXI Congr. Nac. del Agua, CD de Trabajos, 20 pág. S. M. de Tucumán, Argentina Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH).

Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

Datry, T., Singer, G., Sauquet, E., Capdevilla, D. J., Von Schiller, D., Subbington, R., ... & Zoppini, A. (2017). Science and management of intermittent rivers and ephemeral streams (SMIRES). *Research Ideas and Outcomes*, 3, 23-p.

European Commission. (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of October 23, 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, 22(12), 2000.

European Commission. (2022). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) and the Floods Directive (2007/60/EC). *Work Programme 2022–2024. Water Directors Meeting.*

Gallart, F., Cid, N., Latron, J., Llorens, P., Bonada, N., Jeuffroy, J., ... & Prat, N. (2017). TREHS: An open-access software tool for investigating and evaluating temporary river regimes as a first step for their ecological status assessment. *Science of the Total Environment*, 607, 519–540.

IPH. (2008). Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Ministerio de Medio Ambiente, Y Medio Rural Y Marino. BOE (Boletín Oficial Del Estado), 229, 38472–38582.

MATM. (2008). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche. Supplemento Ordinario Alla Gazzetta Ufficiale no.187.

Messenger, M. L., Lehner, B., Cockburn, C., Lamouroux, N., Pella, H., Snelder, T., ... & Datry, T. (2021). Global prevalence of non-perennial rivers and streams. *Nature*, 594(7863), 391-397.

MITERD. (2021). Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas. Guide from Spanish Environmental Ministry. Available online: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterraneas_tcm30-514230.pdf

Munné, A., Bonada, N., Cid, N., Gallart, F., Solà, C., Bardina, M., ... Prat, N. (2021). A proposal to classify and assess ecological status in Mediterranean temporary Rivers: Research insights to solve management needs. *Water*, 13(6), 767.

Fiume Nilo - Sudan del Sud, Foto di: Britannica. <https://www.britannica.com/place/Nile-River/Physiography>

Oueslati, O., De Girolamo, A. M., Abouabdillah, A., Kjeldsen, T. R., & Lo Porto, A. (2015). Classifying the flow regimes of Mediterranean streams using multivariate analysis. *Hydrological*

Processes, 29(22), 4666-4682.

Fiume Palancia - Spagna, Foto di: Isabelle Brichetto.

Fiume Po - Italia, Foto di: Gabriele Pileri.

<https://www.reuters.com/news/picture/idUSRTS8WTIV/>

Rinaldi, M., Belletti, B., Comiti, F., Nardi, L., Mao, L., Bussetini, M. (2016): Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM). Versione aggiornata 2016. ISPRA – Manuali e Linee Guida 132/2016. Roma, gennaio 2016.

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2013). A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI). *Geomorphology*, 180, 96-108.

Fiume Sangone - Italia, Foto di: Massimo Pinca.

<https://www.reuters.com/news/picture/idUSRTS8WTIV/>

Università di Napoli. Tradotto

<https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/397494>

PROSEGUI

Quiz

È il momento di testare ciò che hai imparato!

Seleziona la risposta migliore per ogni domanda in base alla tua comprensione dei TR.

Per continuare il corso devi rispondere correttamente a tutte le domande.

Domanda

01/03

Cosa sono i fiumi temporanei?

- Fiumi che si attivano solo dopo un evento temporalesco.
- Corsi d'acqua in cui si verificano periodi di non-flusso.
- Fiumi abbandonati non significativi per la biodiversità e i servizi ecosistemici.

Domanda

02/03

Qual è la diffusione globale dei fiumi temporanei?

- Non ci sono studi sulla loro prevalenza.
- Rappresentano circa il 30% del reticolo fluviale mondiale.
- Rappresentano circa la metà del reticolo fluviale mondiale.

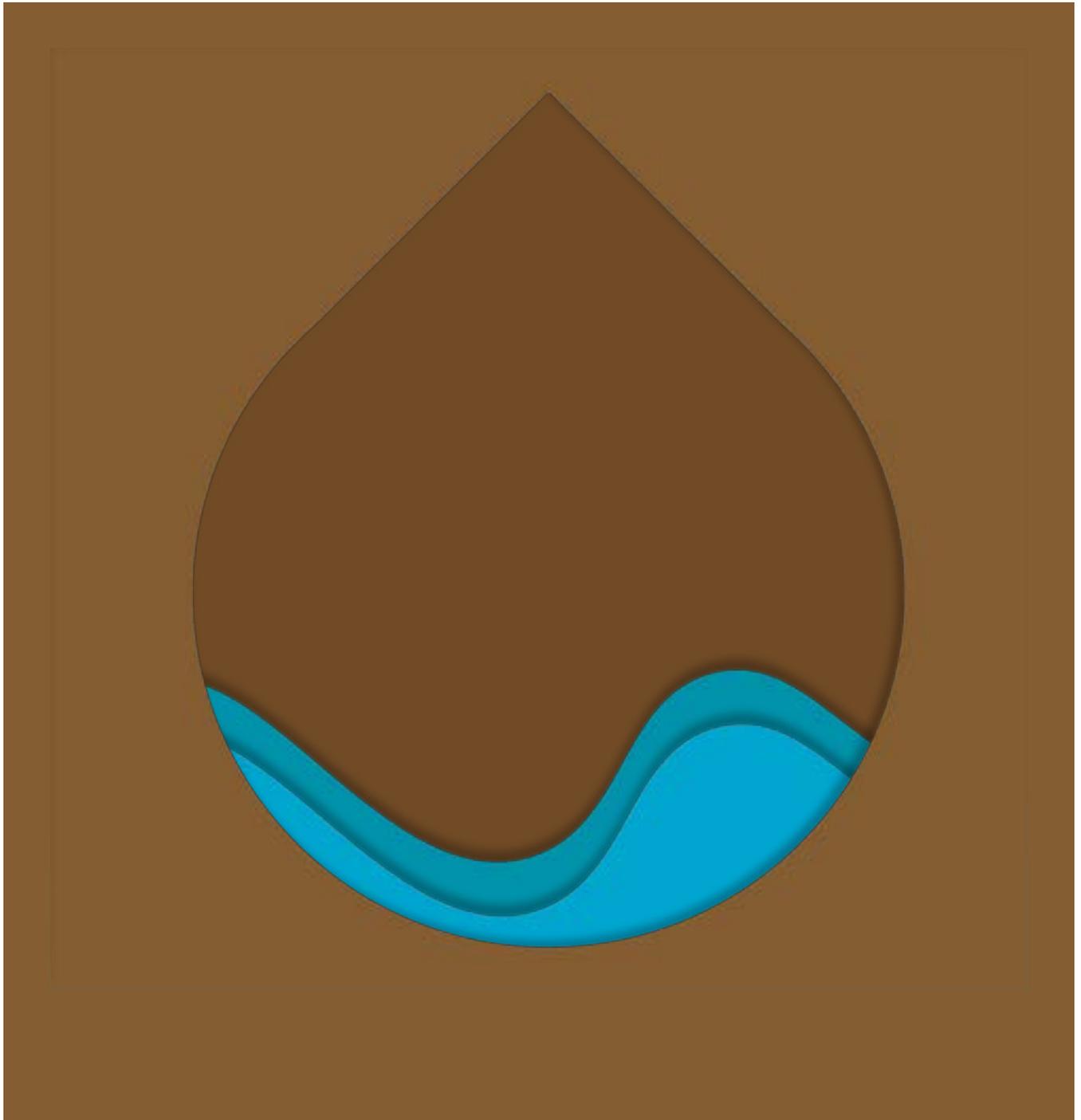
Domanda

03/03

Qual è lo strumento emergente di monitoraggio per studiare i fiumi temporanei?

- Stazioni di misurazione di portata, per la loro diffusione su corsi d'acqua temporanei.
- Data logger, per la loro capacità di discriminare la condizione di stagnazione da quella di siccità idrologica.
- Il telerilevamento satellitare, per la loro osservazione globale e la buona risoluzione a scala ridotta.

Fine



Congratulazioni!

Hai **completato** questo modulo.

Congratulazioni per i risultati ottenuti! Completando con successo il primo modulo, hai ampliato il tuo concetto di "fiume", valutando che anche i corsi d'acqua in cui l'acqua cessa di scorrere devono essere considerati "fiume".

L'elevata variabilità che caratterizza i fiumi temporanei, sia nello spazio che nel tempo, insieme alla loro diffusione e all'importanza per la biodiversità a scala globale, sono gli altri messaggi da trarre da questo modulo. Ben fatto! A questo punto, sei pronto a scoprire come studiare, monitorare e modellare i fiumi temporanei, utilizzando tecniche innovative.

Passiamo al **modulo 2!**

MODULO 2: Lavorare con le immagini satellitari


rivertemp

 Co-funded by
the European Union



 Co-funded by
the European Union

In questo modulo imparerai a lavorare con le immagini satellitari. Avrai una panoramica delle caratteristiche e delle potenzialità dei dati satellitari. Inoltre, sarai in grado di accedere ai dati multispettrali Sentinel-2 e di estrarre informazioni da essi.

Esplorerai le potenzialità di Sentinel-2 per l'identificazione della presenza di acqua nei fiumi temporanei e metterai alla prova le tue conoscenze con un'attività pratica.

INIZIAMO!

1. OBIETTIVI. COMPETENZE ATTESE. INTRODUZIONE

 Obiettivi e Competenze attese

 Introduzione

2. TELERILEVAMENTO

 Introduzione al concetto di telerilevamento

☰ Telerilevamento passivo e attivo

☰ Spettro elettromagnetico dei sensori montati sui satelliti

☰ Sensori passivi vs attivi

3. IMMAGINI SATELLITARI

☰ Quale è il formato delle immagini satellitari?

☰ Missione Sentinel-2

☰ Qual è la risoluzione spaziale delle immagini estratte dai dati Sentinel-2?

☰ Da quale fonte è possibile visualizzare o scaricare le immagini di Sentinel-2?

4. VISUALIZZAZIONE DELLE IMMAGINI

☰ Come si vedono le immagini con copertura nuvolosa?

☰ Come vengono generate le immagini digitali che osserviamo ogni giorno?

☰ Immagine RGB

5. FIRME SPETTRALI

☰ Firme spettrali di diverse coperture del suolo in letteratura

☰ Come ricostruire la firma spettrale delle coperture del suolo?

☰ Firme spettrali di diverse coperture del suolo in fiumi temporanei estratti da Sentinel-2

6. ATTIVITÀ INTERATTIVA

☰ Qual è la migliore combinazione di bande in falsi colori?

☰ Qual è la combinazione ottimale di bande che hai individuato?

☰ Confronto tra immagini RGB e FCI

7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

☰ Riferimenti bibliografici

8. FINE

☰ Fine

Obiettivi e Competenze attese



I **6 Obiettivi e Competenze attese** di questo modulo sono i seguenti:

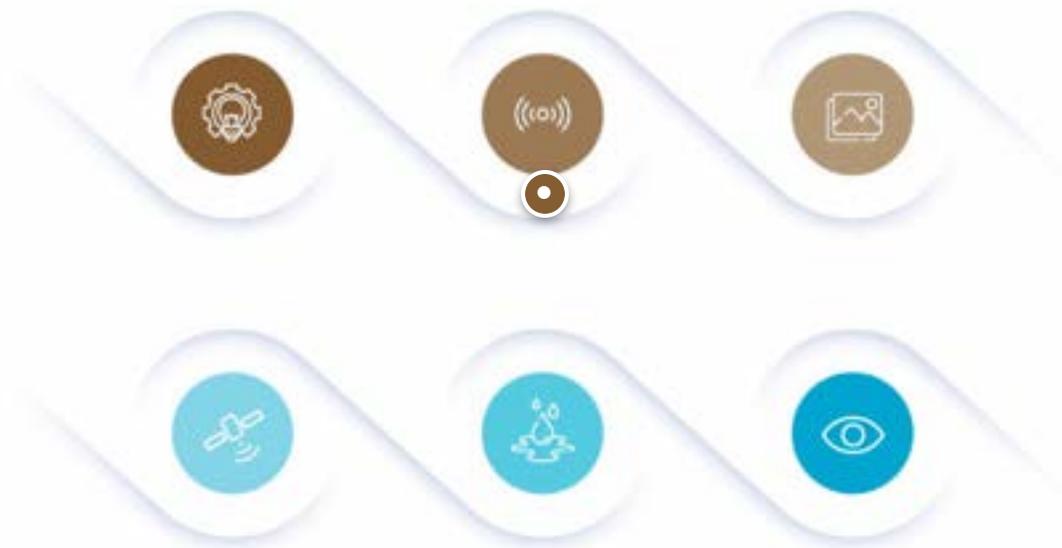


Fare clic sui pulsanti per vedere le informazioni.





Acquisire concetti di base del telerilevamento.



Comprendere le differenze tra i sensori di telerilevamento.



Osservare le caratteristiche delle immagini di Sentinel-2.



Scoprire le fonti dei dati satellitari.



Imparare a distinguere l'acqua dai sedimenti e dalle macchie di vegetazione nelle immagini multispettrali.



Identificare la migliore tripletta di bande per aumentare la visibilità dell'acqua nel fiume.

PROSEGUI

Introduzione

Perché le immagini satellitari
sono utili nel monitoraggio dei **fiumi**

temporanei?





Come illustrato nel modulo precedente (**Modulo 1**), i fiumi temporanei presentano notevoli variazioni spaziali e temporali nella presenza di acqua. I tratti con un flusso d'acqua continuo possono avere tratti spazialmente adiacenti completamente asciutti o con pozze d'acqua isolate.

Tale variazione spaziale è difficilmente rilevabile dagli strumenti di misura convenzionali.

Le misure puntuali non sono rappresentative di ciò che avviene lungo l'intero tratto fluviale, né lungo l'intero fiume.

Con i dati raccolti dai **satelliti di Sentinel-2**, che sono strumenti multispettrali a media risoluzione, è possibile **identificare la distribuzione spaziale delle tre condizioni idrologiche** (F, P, D) lungo i fiumi temporanei.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Punti di misurazione

Stazione di misura tradizionale. Foto di Carmela Cavallo

PROSEGUI

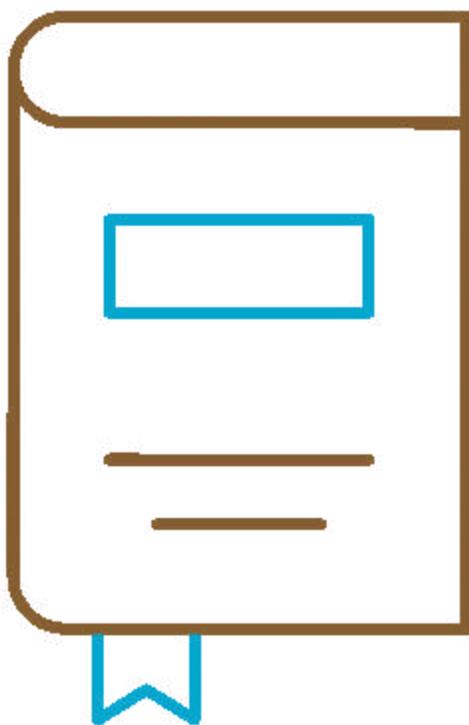
Introduzione al concetto di telerilevamento



Per comprendere al meglio gli argomenti che verranno presentati in questo e nei successivi moduli, è necessario introdurre il concetto di **telerilevamento** e ricordare brevemente le caratteristiche dei sensori più utilizzati nelle applicazioni satellitari.

Definizione:

Il telerilevamento è una disciplina tecnico-scientifica che permette di identificare, misurare e analizzare le caratteristiche qualitative e quantitative di uno specifico oggetto posto a distanza, basandosi sulla misurazione dell'energia elettromagnetica emessa, riflessa o diffusa dalla superficie in esame.



I dati sono acquisiti da **sensori** montati su diverse tipo di piattaforme come drone, aeroplani e satelliti.

Come funziona?



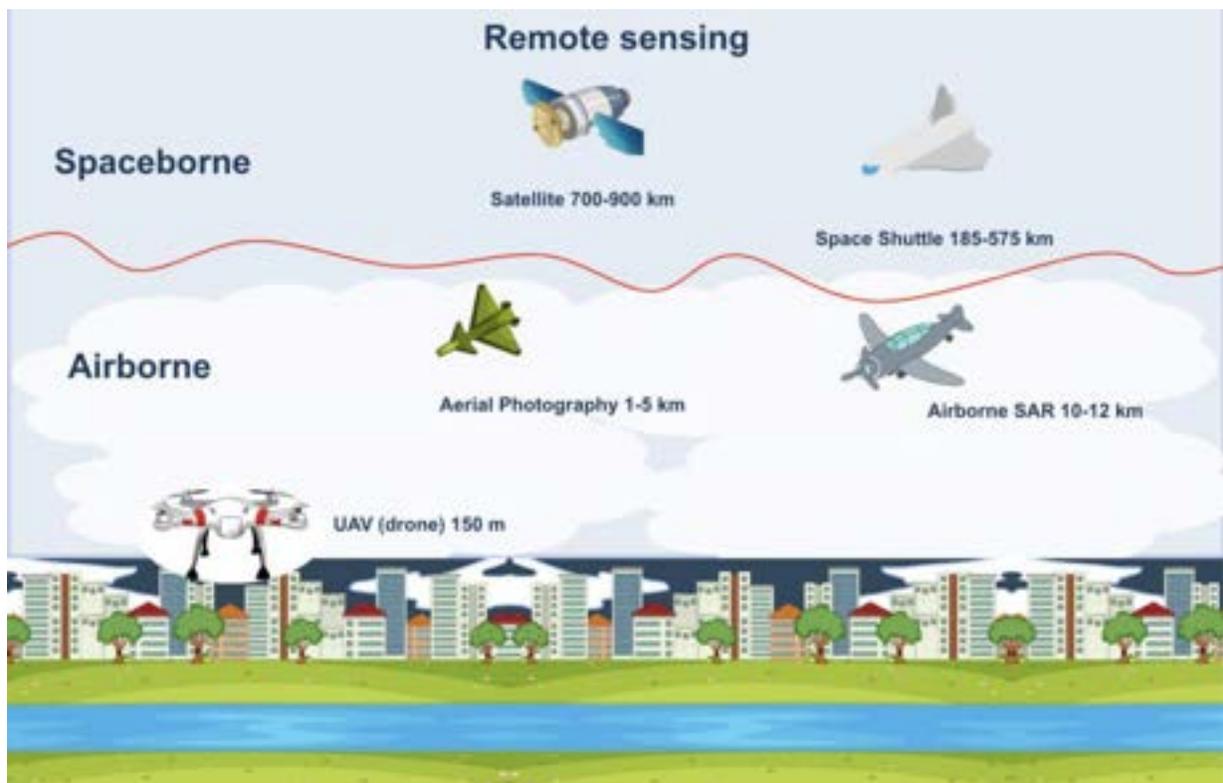
I sensori **rilevano l'energia elettromagnetica**

proveniente da una scena e convertono il segnale ricevuto in informazioni.

Un vantaggio significativo del telerilevamento satellitare, rispetto all'uso di altre piattaforme, è la possibilità di monitorare ampie aree, potenzialmente coprendo l'intero globo, con varie risoluzioni spaziali e temporali.



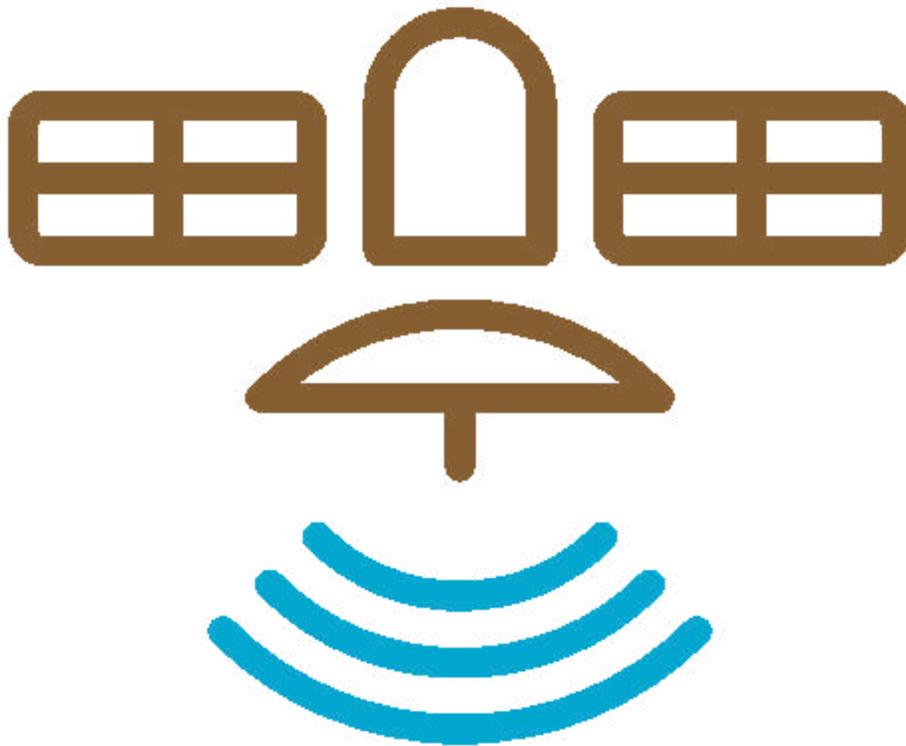
Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Distanza dalla superficie terrestre delle diverse piattaforme di telerilevamento.
Immagine di Carmela Cavallo

PROSEGUI

Telerilevamento passivo e attivo



In base al funzionamento e all'obiettivo dell'acquisizione satellitare, è possibile distinguere due principali tipi di sensori

utilizzati per la misurazione della radiazione
elettromagnetica:



SENSORI PASSIVI

I sensori passivi, come quello montato sui satelliti Sentinel-2, rilevano l'energia naturale emessa o riflessa dall'oggetto osservato. Nei sistemi di telerilevamento



SENSORI ATTIVI

Nel telerilevamento attivo, invece, il sensore stesso produce la radiazione per illuminare la scena e poi registra il segnale di ritorno. Il radar ad apertura

passivo, la fonte di energia più comune è il Sole, che irradia la superficie terrestre con una gamma continua di radiazioni elettromagnetiche.

sintetica
(Synthetic Aperture Radar, SAR) è il sensore attivo più utilizzato. Funzionano inviando un fascio di radiazioni verso una superficie bersaglio, raccogliendo il segnale di ritorno dopo l'interazione e, quindi, la modifica del fascio con la scena.



Riferimento: Sorgente di radiazioni dei sensori remoti passivi. Foto di Carmela Cavallo



Riferimento: Sorgente di radiazioni dei sensori remoti attivi. Foto di Carmela Cavallo

PROSEGUI

Spettro elettromagnetico dei sensori montati sui satelliti

SENSORI PASSIVI

I sensori passivi ricevono segnali da diversi canali spettrali incentrati su particolari lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico.

Si considerano solitamente le seguenti regioni di lunghezza d'onda:

1. Il visibile (VIS, $0.4 \mu\text{m} - 0.75 \mu\text{m}$).
2. L'infrarosso (IR, $0.7 \mu\text{m} - 1 \text{mm}$).
3. L'infrarosso termico ($10.6 \mu\text{m} - 12.51 \mu\text{m}$).

Esempio:

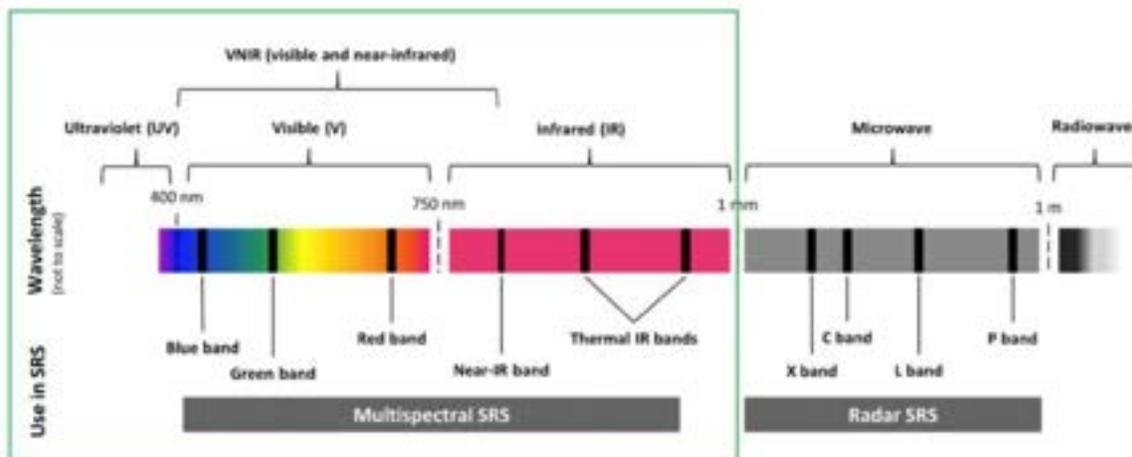
Alcuni esempi di sensori che utilizzano questo tipo di rilevamento sono:

- Sensori pancromatici (che utilizzano una sola banda).
- Sensori multispettrali (che utilizzano circa 10 bande).
- Sensori iperspettrali (che utilizzano circa 100 bande).

Così, le immagini multispettrali e iperspettrali sono composte da più strati di bande o canali, ognuno dei quali cattura le informazioni all'interno di una specifica gamma di lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico.

Immagine: Spettro elettromagnetico e gamma di lunghezze d'onda utilizzate dai sensori passivi (SRS, Pettorelli et al., 2018)

Riferimento: Pettorelli, N., Schulte to Bühne, H., Shapiro, A. C., & Glover-Kapfer, P. (2018). *Satellite Remote Sensing for Conservation*. WWF Conservation Technology Series 1(4). WWF.



Immagini multispettrali passive

SENSORI ATTIVI

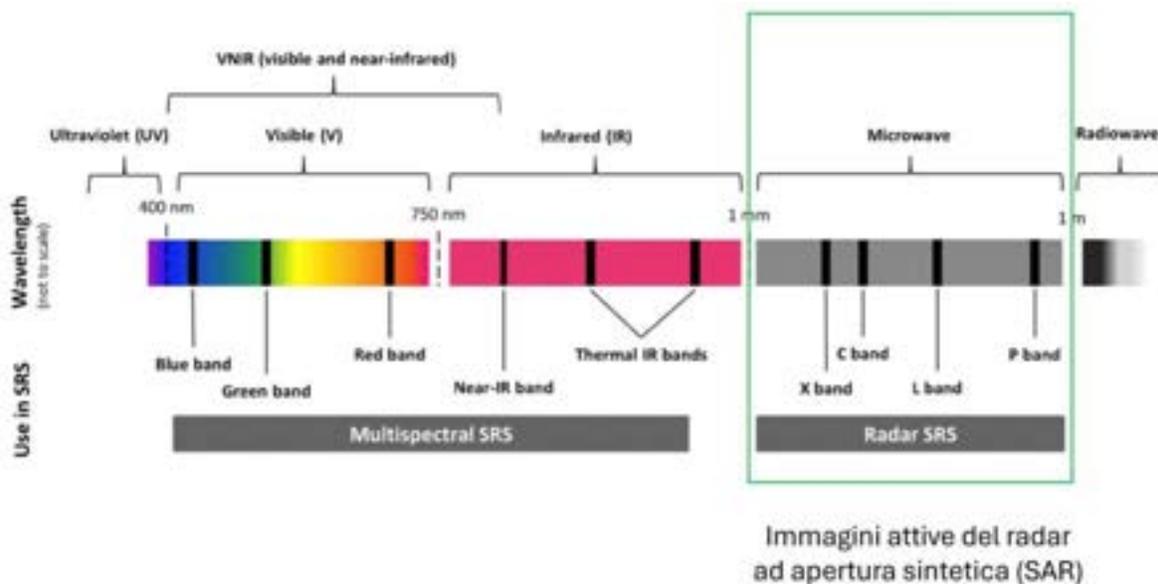
I sensori attivi, come i radar, operano nella parte **delle microonde dello spettro elettromagnetico (1 mm-10 cm)**.

Le immagini SAR (Synthetic Aperture Radar) non consistono in "bande" come le immagini multispettrali, ma sono costituite da un'unica scena discretizzata in pixel, dove ogni pixel contiene informazioni sull'ampiezza (intensità del segnale riflesso) e sulla fase (distanza del sensore dal bersaglio) del segnale radar.

I dati di ampiezza sono utilizzati per monitorare i cambiamenti delle classi di copertura del suolo nel tempo, mentre la fase è l'informazione più importante per le applicazioni interferometriche e per ricavare gli spostamenti del terreno attraverso algoritmi specifici (es. "monitoring slow landslides").

Immagine: Spettro elettromagnetico e gamma di lunghezze d'onda utilizzate dai sensori attivi (SRS, Pettoirelli et al., 2018)

Riferimento: Pettoirelli, N., Schulte to Bühne, H., Shapiro, A. C., & Glover-Kapfer, P. (2018). *Satellite Remote Sensing for Conservation. WWF Conservation Technology Series 1(4)*. WWF.



PROSEGUI

Sensori passivi vs attivi

Si può immaginare quali potrebbero essere i principali svantaggi di ciascuno di questi sensori?

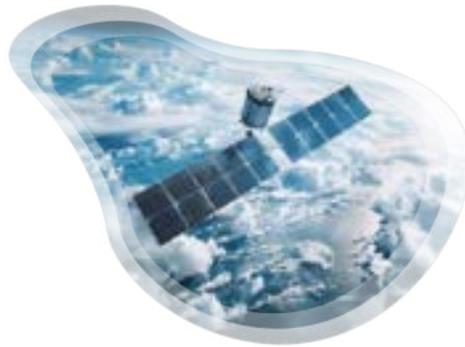


Fare clic sui pulsanti per vedere le informazioni.

Sensori passivi vs attivi



SENSORI PASSIVI

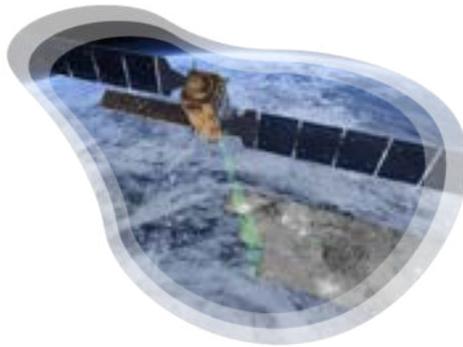


Il principale svantaggio dei sensori passivi è l'**impossibilità di osservare la superficie terrestre in presenza di nuvole.**

Di conseguenza, nelle aree con frequenti precipitazioni, come quelle equatoriali, possono verificarsi lunghi periodi senza osservazioni.

Tuttavia, nella maggior parte dei casi, questi dati ottici non richiedono lunghe e complicate fasi di pre-elaborazione e sono più facili da usare.

SENSORI ARRIVI

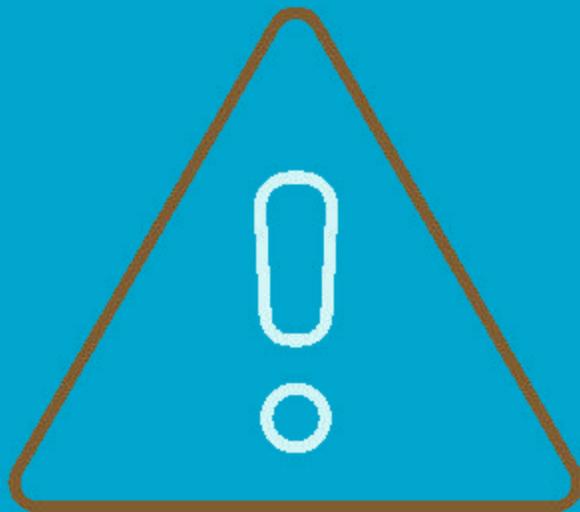


I dati provenienti dal telerilevamento attivo (ad esempio i dati SAR) hanno invece il vantaggio di operare a lunghezze d'onda non ostacolate dalla copertura nuvolosa.

Inoltre, i sensori attivi possono acquisire dati sia di giorno che di notte. Queste peculiarità consentono frequenze più elevate di osservazione delle dinamiche evolutive.

Quindi... i sensori attivi non hanno punti deboli?





IMPORTANTE

I punti deboli dei dati SAR sono rappresentati dalla **complessità dei dati** e, di conseguenza, dalle difficoltà operative per gli utenti non esperti.

Inoltre, i dati SAR **possono essere affetti da errori geometrici**, che si verificano soprattutto nelle aree montuose, rendendo le immagini illeggibili.



In sintesi...



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

PASSIVE VS ACTIVE SENSORS

	Passive	Active
		
		
		

Le principali differenze tra sensori remoti passivi e attivi. Immagine di Carmela Cavallo

La discussione sulle immagini SAR è molto più complessa e **questo corso intende fornire solo i concetti di base del telerilevamento**, passando attraverso la distinzione dei due diversi tipi di sensori.

Dopo una panoramica concisa delle principali distinzioni tra sensori attivi e passivi, **la nostra attenzione si concentrerà ora esclusivamente sui dati multispettrali della missione Sentinel-2.**

PROSEGUI

Quale è il formato delle immagini satellitari?



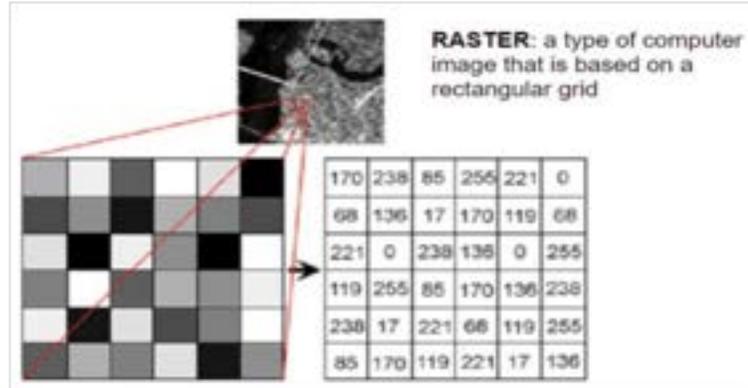
Ogni banda acquisita da un sensore passivo viene suddivisa in unità discrete chiamate pixel. Un'immagine satellitare può essere rappresentata da un file raster, in formati come GeoTIFF o altri formati specifici dei software di elaborazione del telerilevamento.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Immagini multispettrali



Il formato delle immagini satellitari (Adattato da Yeung, data non disponibile)



Yeung, S. (data non disponibile). Tutorial 1: Introduction to computer vision. Stanford AI Lab.
<https://ai.stanford.edu/~syyeung/cvweb/tutorial1.html>

PROSEGUI

Missione Sentinel-2

La **missione Sentinel-2 (S2)** fa parte del programma di osservazione della Terra Copernicus guidato dalla Commissione Europea e gestito dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA).

La missione S2 vanta una copertura globale, catturando ogni immagine con una larghezza di 290 km.



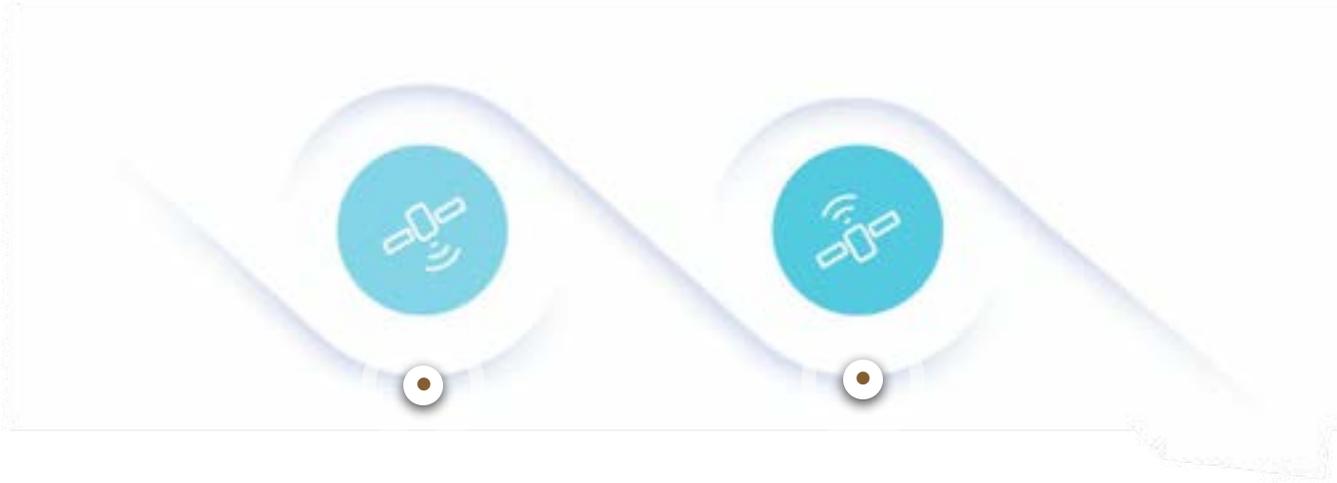


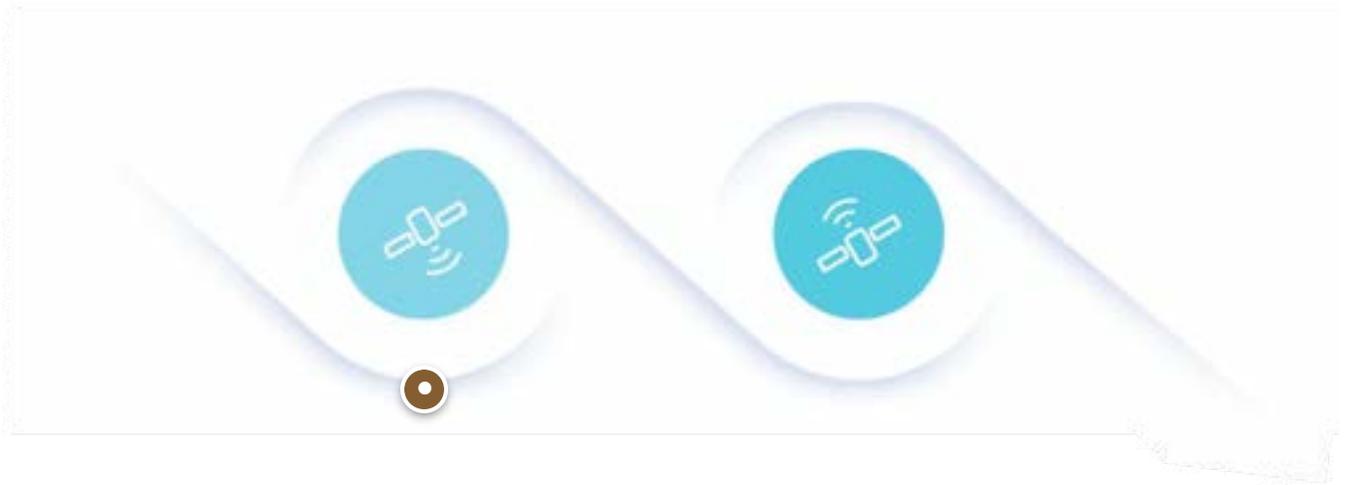
Foto del satellite Sentinel- 2A il veicolo spaziale nella camera di test sotto vuoto termico presso le strutture dell'IAGB (Immagine di ESA, IABG, 2015)

Questa missione prevede una costellazione di due satelliti in orbita polare posizionati in tandem nella stessa orbita:



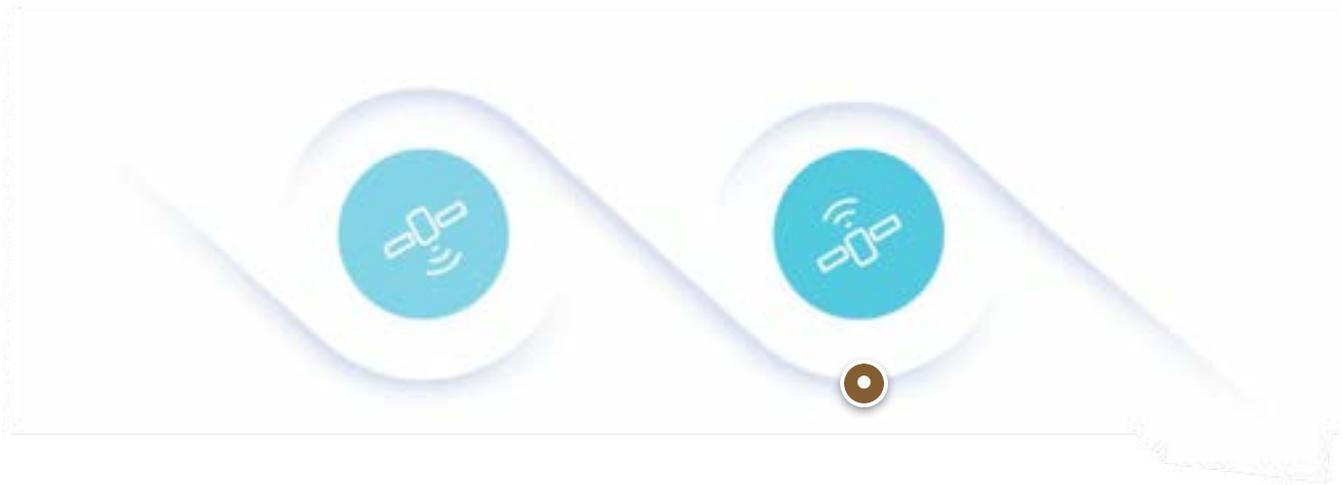
Fare clic sui pulsanti per vedere le informazioni.





Sentinel-2A

Il primo satellite, Sentinel-2A, lanciato il 23 giugno 2015 fornisce immagini con un tempo di rivisitazione di circa 10 giorni.



Sentinel-2B

Dal lancio del secondo satellite, Sentinel-2B, il 7 marzo 2017, il tempo di rivisitazione complessivo si è dimezzato, diventando di 5 giorni all'equatore e ancora meno alle medie latitudini, a causa della sovrapposizione delle tessere del satellite.

Per garantire la continuità a lungo termine della missione, **Sentinel-2C** è stato già lanciato e **Sentinel-2D** è previsto a seguire. Questi satelliti sostituiranno Sentinel-2A e 2B quando raggiungeranno la fine del loro ciclo di vita operativo, sostenendo il ruolo cruciale della missione nel monitoraggio ambientale, nella pianificazione agricola e nella gestione dei disastri.

PROSEGUI

Entrambi i satelliti sono dotati di uno strumento optoelettronico multispettrale (MSI), che fornisce immagini a risoluzione moderata dal giugno 2015 (Sentinel-2A) e dal marzo 2017 (Sentinel-2B).

Il sensore **MSI** fornisce **13 bande spettrali** nelle regioni del **VIS**, **NIR** and **SWIR** (Short-Wave InfraRed,

"Infrarosso a onde corte"), con una risoluzione spaziale di:

1 10 m per 4 bande.

2 20 m per 6 bande.

3 60 m per 3 bande.

PROSEGUI

In dettaglio:

1

10 m per le bande del visibile e del NIR: 2, 3, 4, 8.

2

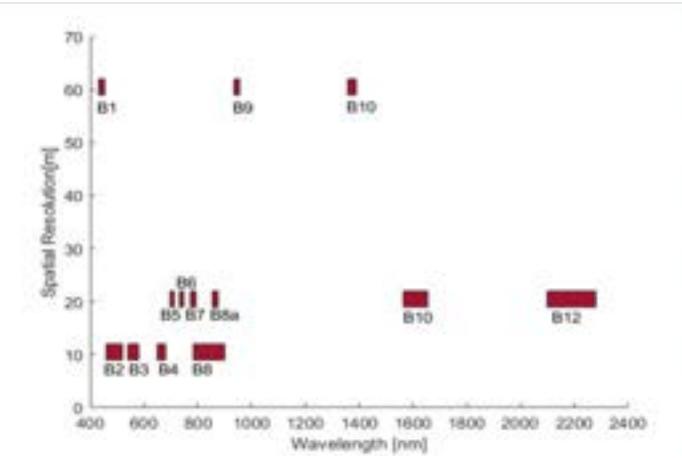
20 m per le bande Red-Edge (RE), NIR e SWIR: 5, 6, 7, 8a, 11, 12.

3

60 m per le bande atmosferiche: 1, 9, 10.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Wavelength range (nm)	Spatial resolution (m)			Spectral region
	10	20	60	
423-663			B1	Coastal aerosol
458-523	B2			Blue
543-578	B3			Green
650-680	B4			Red
698-713		B5		Red Edge
733-748		B7		Red Edge
773-793		B8		Red Edge
785-899		B8a		Red
855-875		B9		IR narrow

Bande multispettrali di Sentinel-2. Immagine di Carmela Cavallo

PROSEGUI

Qual è la risoluzione spaziale delle immagini estratte dai dati Sentinel-2?

Ricampionamento a una diversa risoluzione spaziale

Le bande dei satelliti di Sentinel-2 possono essere ricampionate a una diversa risoluzione spaziale. Questa procedura, integrata nello strumento di elaborazione delle immagini, prevede la trasformazione della griglia di pixel dell'immagine originale per adattarla alla nuova risoluzione desiderata. Questa procedura può includere l'interpolazione dei valori dei pixel o l'uso di algoritmi più sofisticati per preservare al meglio le caratteristiche dell'immagine.

Armonizzare le bande

In generale, il ricampionamento delle bande di Sentinel-2 è necessario per armonizzare le bande a 20 e 60 metri con le altre acquisite a 10 metri. Questa operazione è essenziale per combinare le diverse bande e generare nuove immagini integrate.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Dimensione dei pixel pari a 10 m x 10 m

Risoluzione spaziale di Sentinel-2. Immagine di Carmela Cavallo

PROSEGUI

Da quale fonte è possibile visualizzare o scaricare le immagini di Sentinel-2?



Le immagini di Sentinel-2 possono essere scaricate o visualizzate gratuitamente da una serie di piattaforme.

Lo sapevi...?

Nel quadro del progetto Rivertemp, è stato creato uno strumento per visualizzare due diverse combinazioni di bande di Sentinel-2, come verrà descritto nel **Modulo 4**.



Queste sono alcune delle piattaforme disponibili per la visualizzazione e/o il download delle immagini Sentinel-2:



Fare clic sui link per visitare i siti web.



**Google Earth
Engine (GEE)**

<https://earthengine.google.com/>



**Copernicus
Browser**

<https://dataspace.copernicus.eu/browser/>



**RIVERTEMP
Temporary River
Classifier**

<https://classifier.rivertemp.eu/>

PROSEGUI

Come si vedono le immagini con copertura nuvolosa?



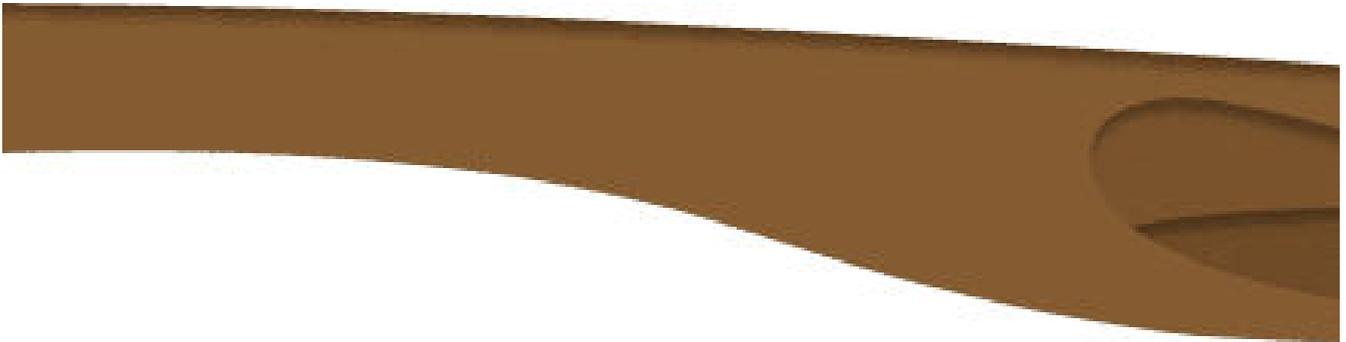
Ricorda

Come già evidenziato in precedenza, un limite significativo dei sensori passivi è la loro incapacità di osservare la superficie terrestre in presenza di nuvole,

con conseguente allungamento dell'intervallo di tempo di acquisizione tra osservazioni utili.

Le nuvole e le ombre da esse causate posso coprire l'**intera immagine** o solo una **porzione di essa**.

Le pratiche consigliate prevedono l'**esclusione di immagini influenzate da nuvole o ombre** lungo il corso del fiume.



Come si può realizzare questa esclusione?



Questa esclusione può essere realizzata tramite:



1° **Criterio quantitativo**

Come il filtraggio delle immagini con una percentuale di copertura superiore a una determinata soglia.



2° **Analisi qualitativa**

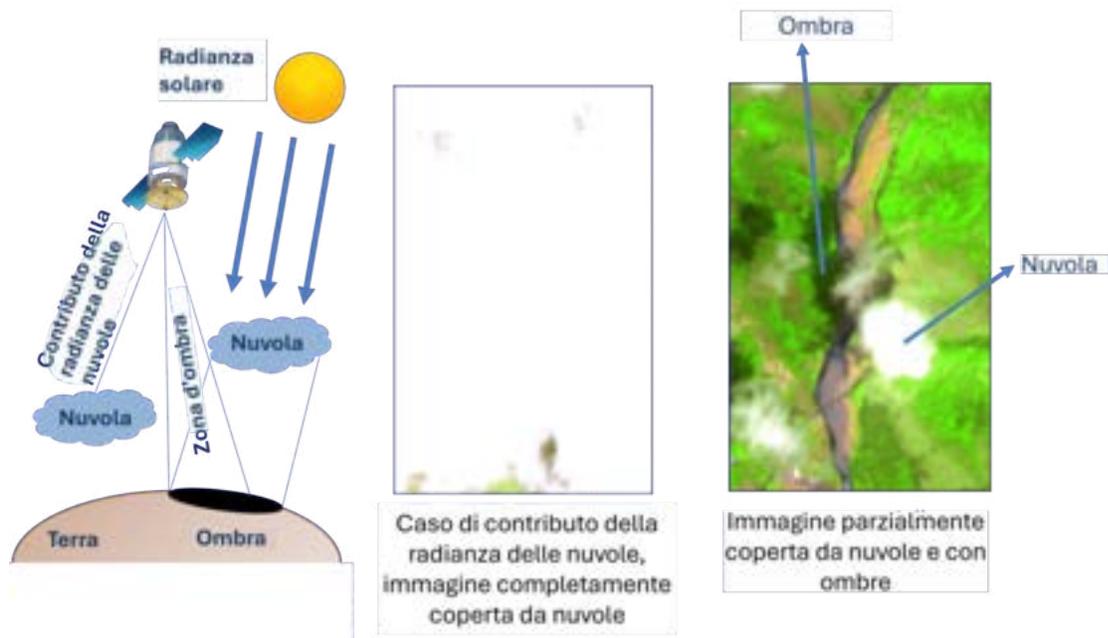
Basata sull'identificazione visiva.



Le linee guida su come selezionare le immagini con copertura nuvolosa parziale verranno fornite nel Modulo 4.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

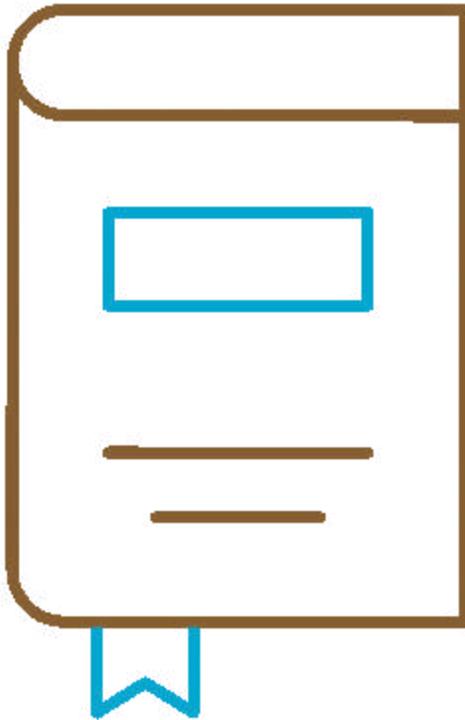


Immagini influenzate dalla copertura nuvolosa e dalle ombre delle nuvole. Immagini di Carmela Cavallo

PROSEGUI

Come vengono generate le immagini digitali che osserviamo ogni giorno?





Definizione:

Il **modello RGB** è il più semplice che può essere implementato per la costruzione di immagini colorate, a causa della fisiologia dell'occhio umano e delle tecnologie utilizzate.

In una **immagine digitale basata su RGB**, ogni pixel è rappresentato da **tre componenti di colore**:



R
ROSSO (RED)

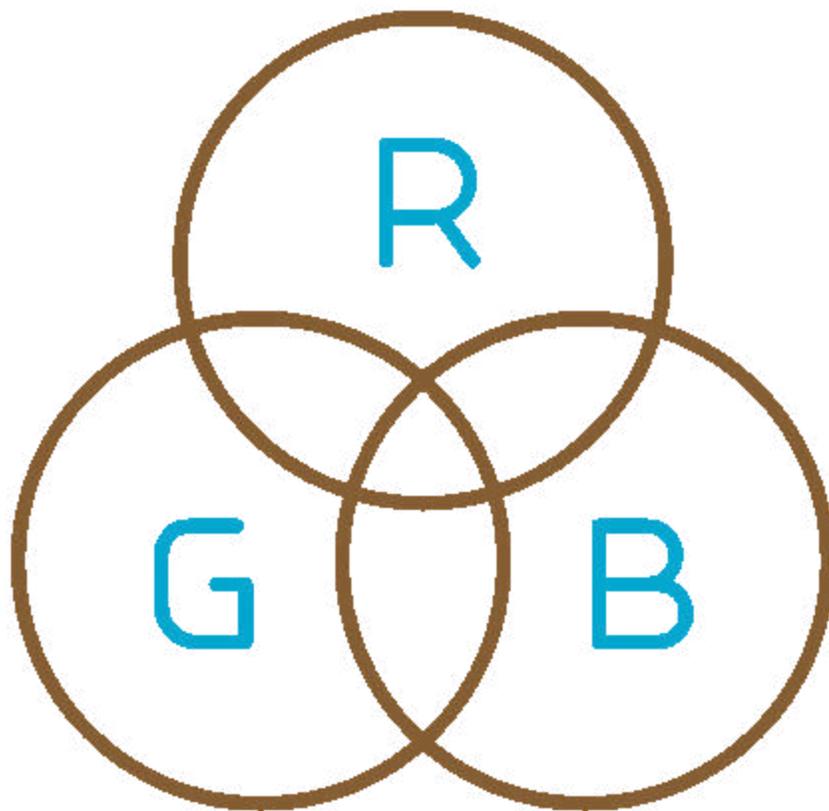


G
VERDE
(GREEN)

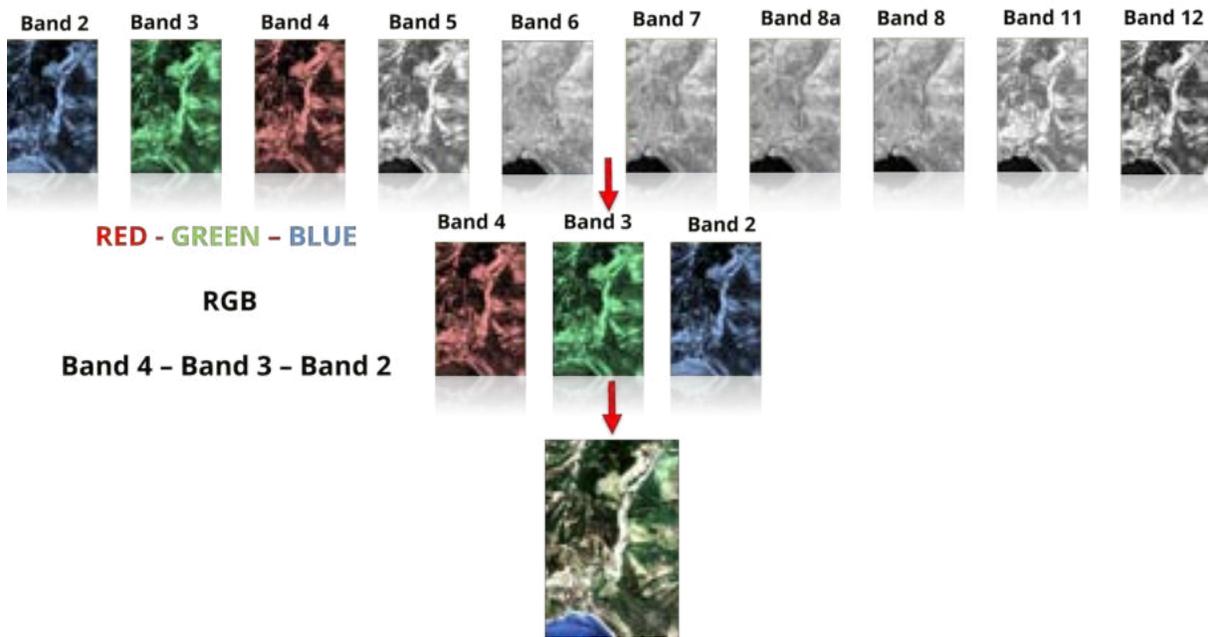


B
BLU (BLUE)

Ogni componente **può variare in intensità** da 0 a 255, dove 0 rappresenta l'assenza di colore e 255 rappresenta la massima intensità di quel colore.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Generazione di immagini rosso-verde e blu (RGB). Immagine di Carmela Cavallo

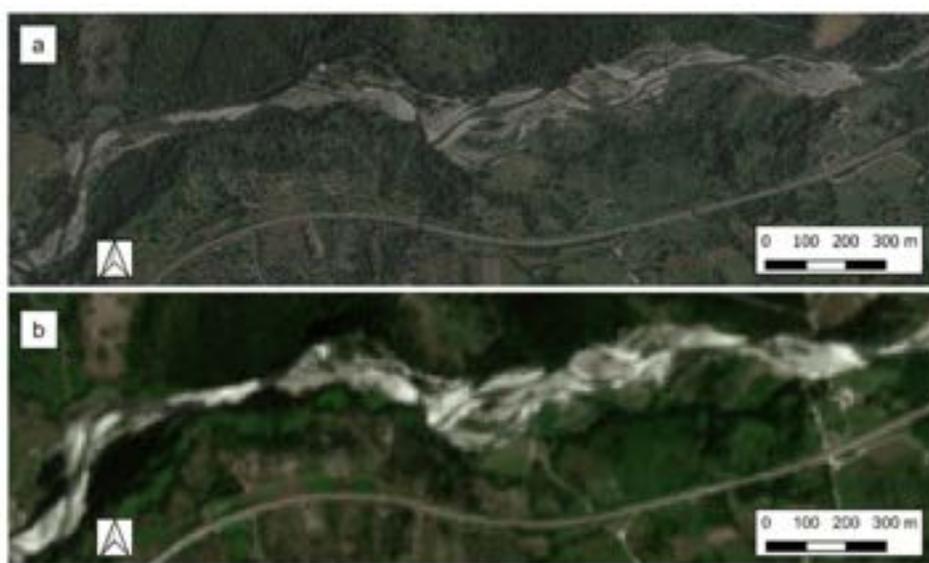
PROSEGUI

Immagine RGB

Guarda attentamente la seguente immagine:



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



RGB of Google Earth Pro

RGB of Sentinel-2

Confronto tra immagine RGB di Google Earth Pro - risoluzione spaziale < 1m, e immagine RGB estratta da Sentinel-2 - risoluzione spaziale 10 m (Cavallo et al., 2022)





Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

Sei capace di distinguere il fiume?

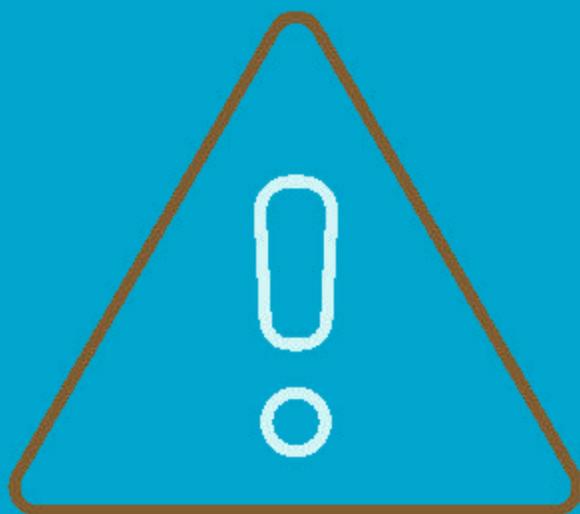


Nell'immagine è possibile osservare un confronto tra l'immagine RGB fornita da Google Earth Pro e l'immagine RGB

In questa combinazione di colori (immagine a colori reali, "True-Color Image" TCI), l'acqua che scorre non è facilmente distinguibile dagli altri

generata utilizzando le bande di Sentinel-2.

componenti del canale fluviale, come la vegetazione e i sedimenti.



IMPORTANTE

Poiché le immagini RGB non permettono di distinguere adeguatamente le classi di copertura del suolo, è più conveniente creare **immagini a falsi colori ("False-Color Image", FCI)**, selezionando un'altra tripletta di bande, per migliorare la distinzione tra le componenti del canale.



PROSEGUI

Firme spettrali di diverse coperture del suolo in letteratura



Per identificare una migliore combinazione di bande che permetta di distinguere le varie unità macro-idromorfologiche (canale umido, barre di sabbia, barre vegetate), sono state analizzate le firme spettrali delle classi di copertura del suolo.

Prima di procedere con l'estrazione delle firme spettrali, cerchiamo di capire cosa si intende con il termine "firma spettrale".

I diversi tipi di superfici hanno differenti comportamenti di riflettività e, quindi, spettri. Le immagini di telerilevamento presentano tipicamente superfici come:

1

Acqua.

2

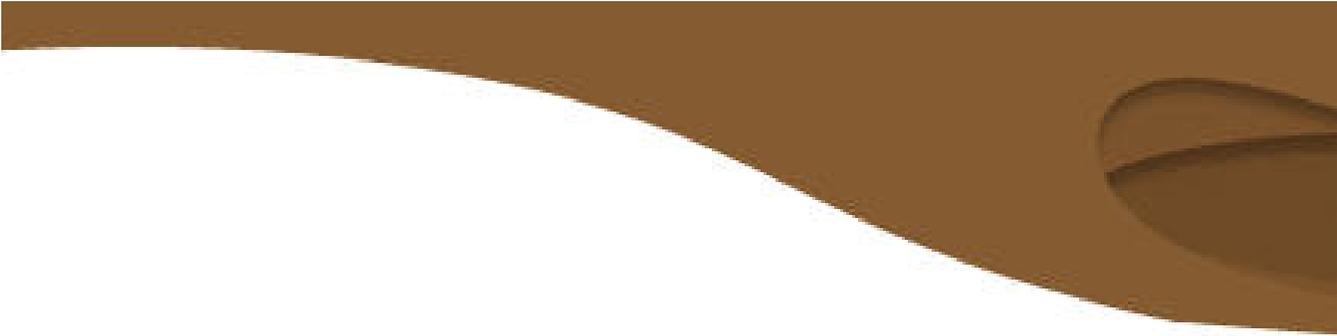
Vegetazione.

3

Suolo.

4

Aree urbanizzate.



Che cosa spiega questa differenza?



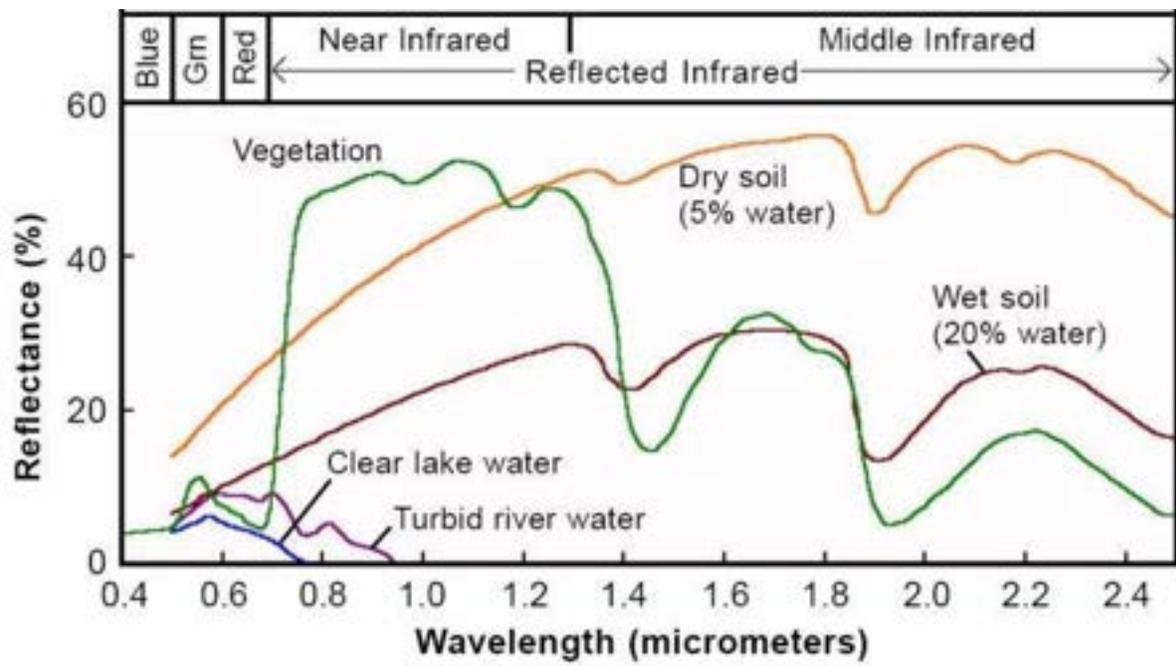
Questa differenza è dovuta al fatto che la quantità di energia elettromagnetica riflessa ed emessa differisce al variare della lunghezza d'onda incidente e delle caratteristiche del

terreno o dell'oggetto.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

Considerando la variazione dell'energia riflessa da un oggetto con la particolare lunghezza d'onda di tale riflessione, e iterandola attraverso una gamma di lunghezze d'onda, si ottiene la “**firma spettrale**” dell'oggetto, ovvero il suo comportamento spettrale.



Firme spettrali dell'acqua, del suolo e della vegetazione (Smith, 2012)



Smith, R. B. (2012). Introduction to hyperspectral imaging. Microimages. Inc, 5-6.
<https://www.microimages.com/documentation/html/Tutorials/hyprspec.htm>

Le coperture del suolo comunemente presenti negli
ambienti fluviali sono:

1

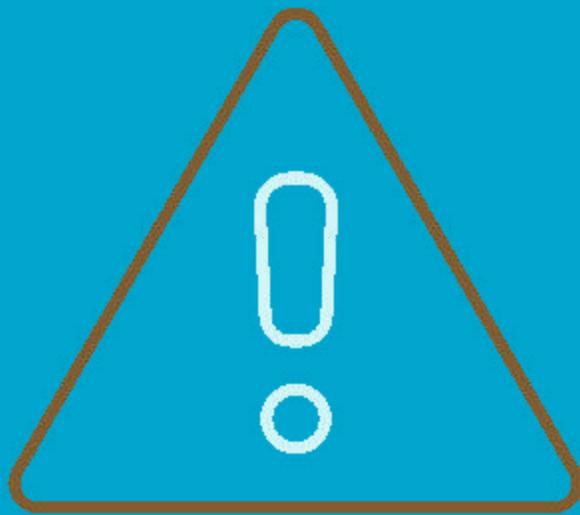
Aree ricoperte da acqua.

2

Aree vegetate (eventualmente
distinguendo tra copertura di erba e
arbusti).

3

Sedimenti.



IMPORTANTE

La composizione chimica, fisica e strutturale delle coperture del suolo può variare notevolmente, influenzando le risposte spettrali.

PROSEGUI

La firma spettrale dell'acqua dipende dalle sue **caratteristiche chimiche e fisiche:**



Fare clic sulle carte per sfogliarle.



Lo spettro di riflettanza raggiunge un picco nella banda di lunghezze d'onda del verde (0.50-0.56 μm) e diminuisce all'aumentare delle lunghezze d'onda,



Lo spettro di riflettanza dell'acqua torbida presenta valori più elevati rispetto all'acqua limpida nella regione del visibile e del vicino infrarosso e si avvicina allo zero alle

Perché?



Questo è dovuto alla concentrazione e alle dimensioni di soluti, sedimenti e materia organica, la cui presenza rafforza la riflessione nella banda del vicino infrarosso.

In genere, l'acqua delle zone umide, dei laghi e dei fiumi contiene particelle solide e può apparire non limpida.



Fare clic sulle carte per sfogliarle.



In generale, in ambienti come **laghi**, la torbidità negli strati superficiali è bassa e l'acqua nella maggior parte dei casi ha una firma spettrale simile a quella delle acque chiare (solidi sospesi < 10 mg/l).



Nei **fiumi**, a causa del trasporto solido, la torbidità può essere maggiore e la firma spettrale può apparire simile a quella dell'acqua torbida.

Nel caso di acque poco profonde, la torbidità dello strato superficiale può essere particolarmente elevata.

Inoltre, nel caso di acque poco profonde e trasparenti, la firma spettrale può essere influenzata dal tipo e dal colore del materiale di fondo.

La risposta spettrale della vegetazione varia, come per l'acqua, con la lunghezza d'onda, e dipende da molteplici fattori, come:

- 1 Il tipo di vegetazione.
- 2 La densità.
- 3 Lo stato di crescita
- 4 Il contenuto di acqua.



Fare clic sulle schede per visualizzare le informazioni.

LUNGHEZZA DELLA REGIONE DEL VISIBILE

LUNGHEZZA DELL'INFRAROSSO

Nella **regione del visibile**, i valori di energia riflessa sono correlati alla presenza di pigmenti, come la clorofilla.

Ai fini della fotosintesi, la vegetazione assorbe la radiazione visibile blu e rossa e riflette quella verde.

LUNGHEZZA DELLA REGIONE DEL VISIBILE

LUNGHEZZA DELL'INFRAROSSO

Nelle **lunghezze dell'infrarosso** (0.75-1.35 μm), la firma spettrale è influenzata dalla struttura della foglia, mentre nell'infrarosso a onde corte (1,35-2,70 μm) dal contenuto d'acqua. La vegetazione sana tende a mostrare una maggiore riflettanza nelle lunghezze d'onda del vicino infrarosso.

PROSEGUI

Per i **sedimenti**, allo stesso modo, la riflettanza varia a seconda della loro composizione chimica e fisica.

I fattori più importanti sono:

1

Il contenuto di acqua.

2

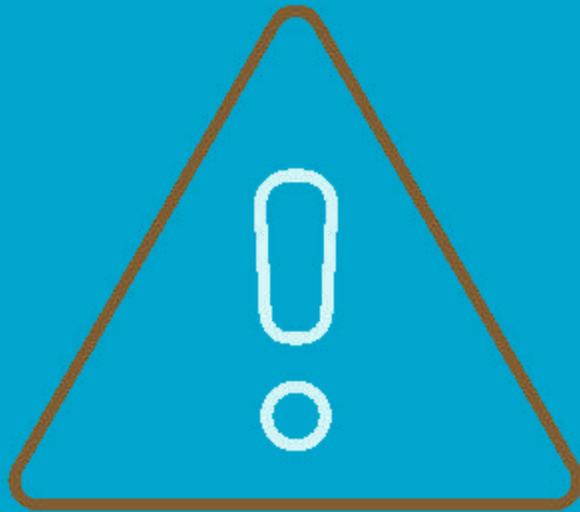
Il contenuto di sostanza organica.

3

La consistenza.

4

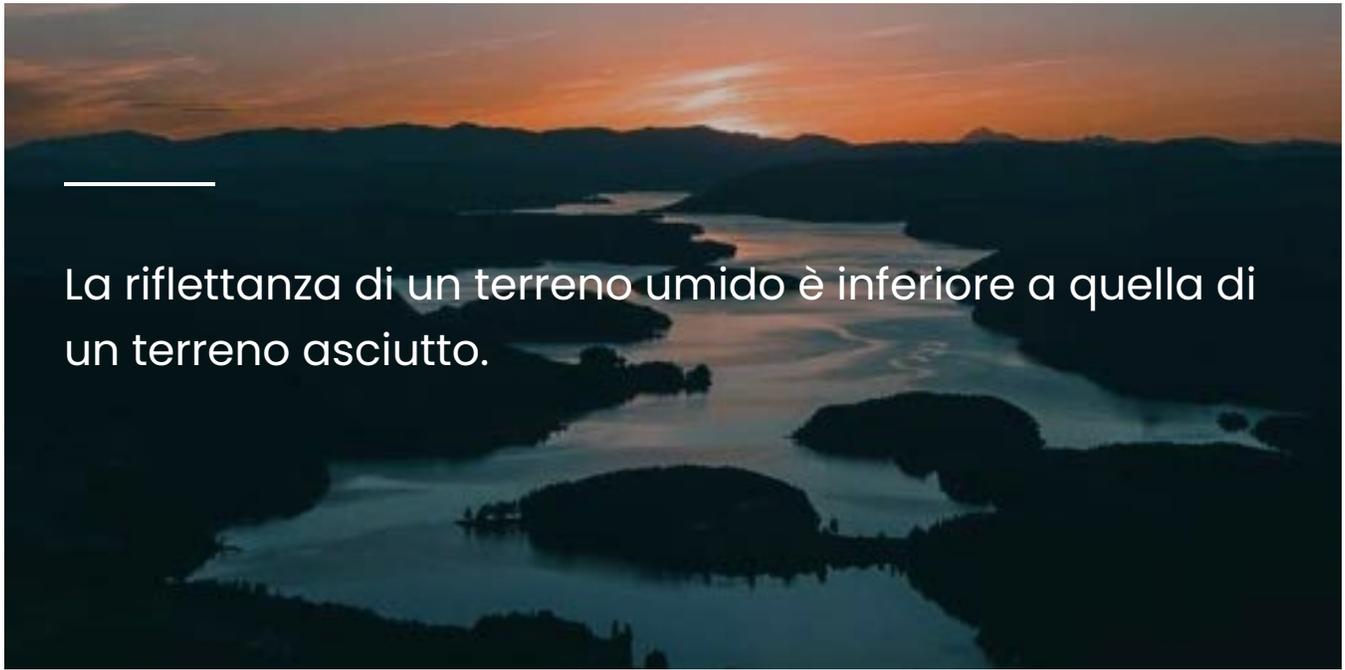
La struttura.



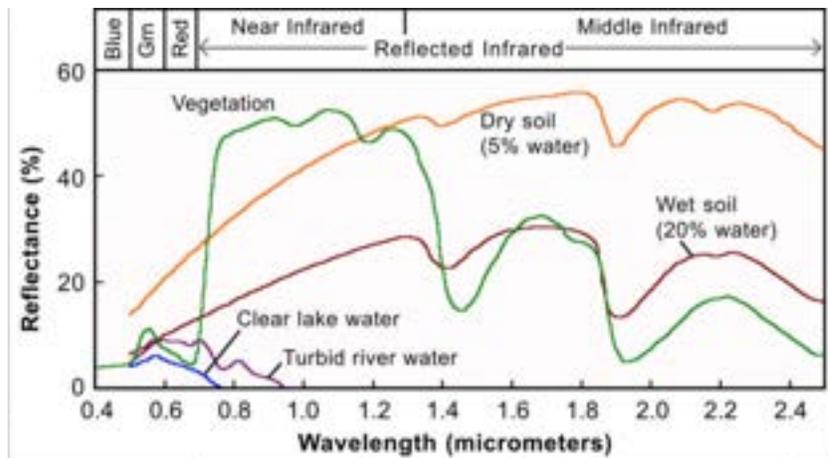
La riflettanza dei sedimenti aumenta con la lunghezza d'onda e diminuisce proporzionalmente al contenuto di umidità in corrispondenza dei picchi di assorbimento dell'acqua.

(e.g. 1.4, 1.9, 2.7 μm).





Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Water



Soil



Vegetation







Smith, R. B. (2012). Introduction to hyperspectral imaging. Microimages. Inc, 5-6.
<https://www.microimages.com/documentation/html/Tutorials/hyprspec.htm>

PROSEGUI

Come ricostruire la firma spettrale delle coperture del suolo?

Le differenze nelle firme spettrali

Per distinguere meglio le varie unità macro-idromorfologiche (canale attivo, barre di sabbia, barre vegetate), le differenze nelle firme spettrali devono essere studiate e sfruttate.

Poligoni su software GIS

Partendo dalle immagini ad altissima risoluzione ("Very-High Resolution", VHR) fornite da Google Earth Pro e dagli UAV (come i droni), nonché dalle immagini geolocalizzate, per ogni classe di copertura del suolo identificata sono stati disegnati diversi poligoni sul software GIS.

Le quattro classi

Le quattro classi sono:

1. Acqua.
2. Sedimenti.
3. Erba.
4. Arbusti.

Sovrapposizione con le immagini Sentinel-2

Una volta ottenuti, i poligoni georeferenziati per ogni classe sono stati sovrapposti alle immagini Sentinel-2 per recuperare la firma spettrale della copertura del suolo come ricevuta dal satellite.

Grafico delle firme spettrali

Per ogni classe di copertura, le firme spettrali delle bande S2 sono state tracciate utilizzando i pixel contenuti nei rispettivi poligoni.

Eccezione alle bande S2

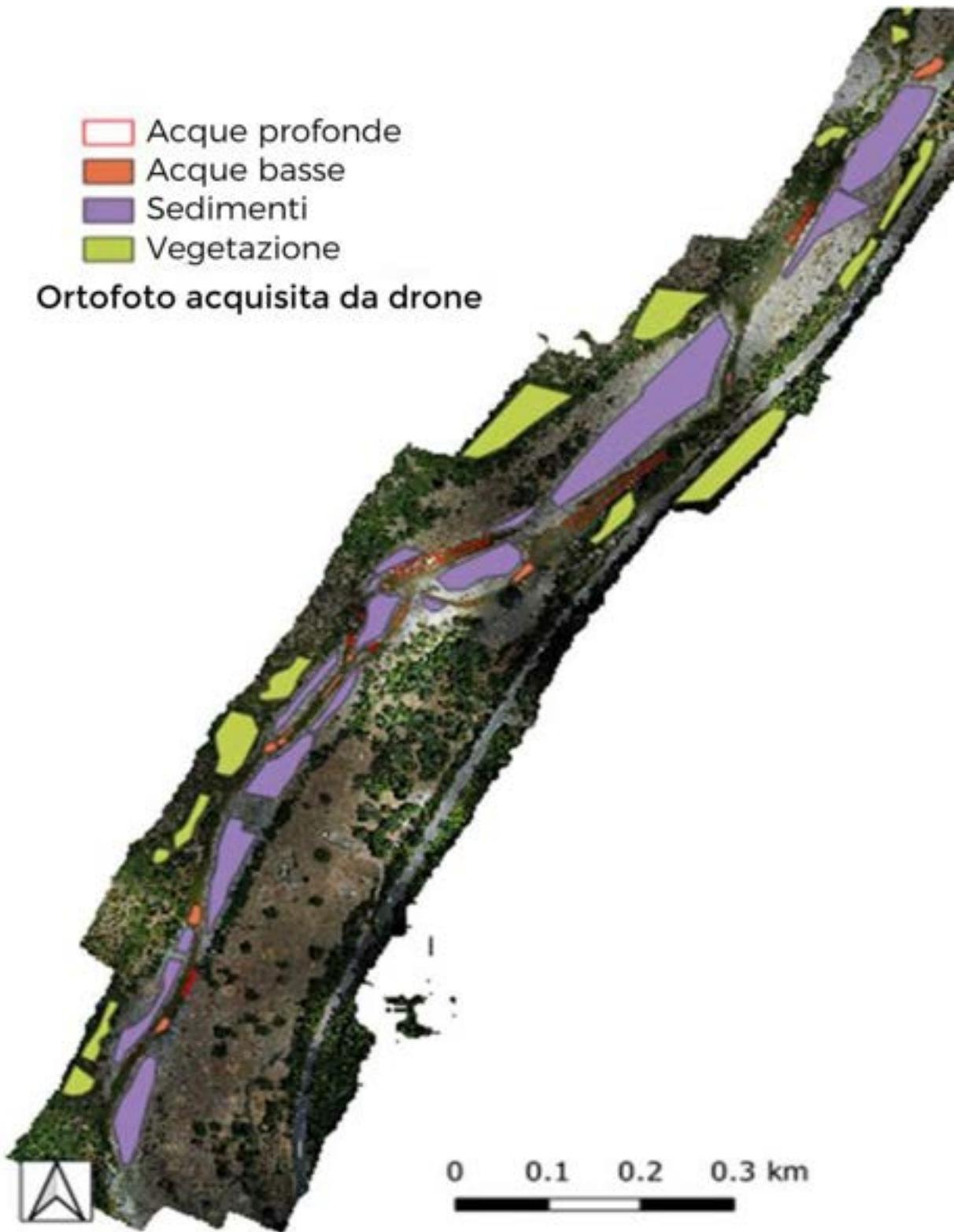
Sono state utilizzate tutte le bande S2, tranne le bande atmosferiche B1, B9 e B10.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla

-  Acque profonde
-  Acque basse
-  Sedimenti
-  Vegetazione

Ortofoto acquisita da drone



Primo step:

Disegnare poligoni di diverse classi di copertura del suolo su immagini ad altissima risoluzione (VHR) acquisite da un drone o disponibili su Google Earth Pro.

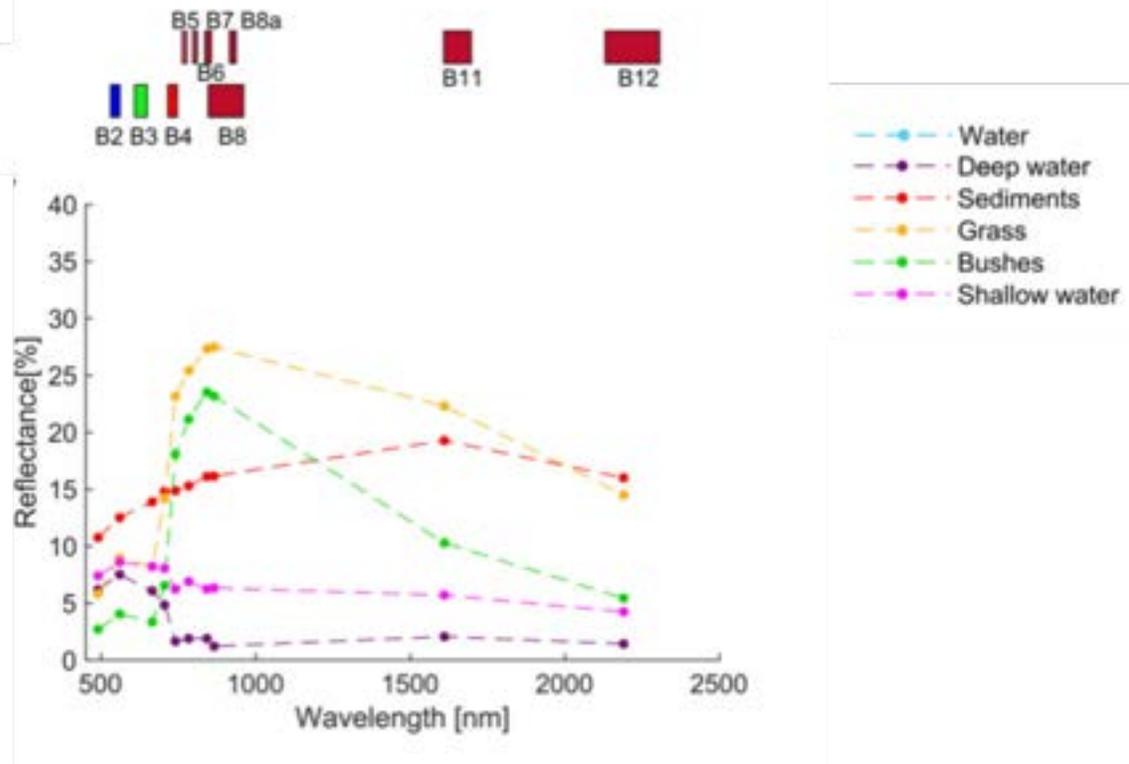
PROSEGUI

Firme spettrali di diverse coperture del suolo in fiumi temporanei estratti da Sentinel-2

Nota: questa figura mostra un esempio di firma spettrale estratta lungo un fiume temporaneo nell'Italia meridionale.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Firme spettrali delle coperture del suolo all'interno del corridoio fluviale (Cavallo et al., 2022)

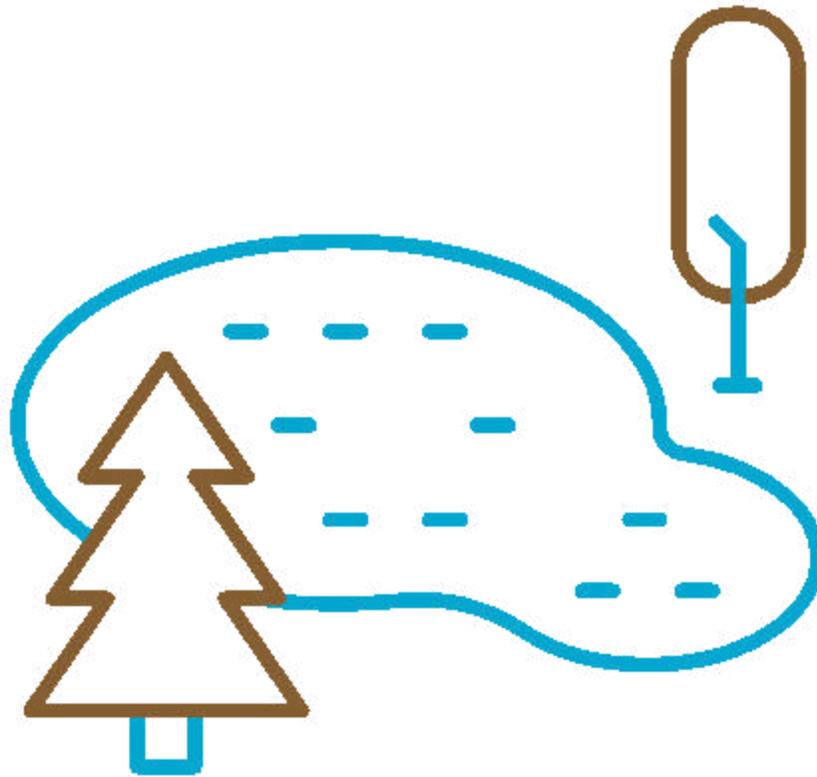


Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.



Secondo step:

Per ogni banda, calcolare il valore medio della riflettanza sui poligoni disegnati nella prima fase per ottenere il grafico delle firme spettrali (riflettanza su lunghezza d'onda).



È evidente che le firme spettrali della vegetazione e dei sedimenti rispecchiano la forma e l'andamento delle firme spettrali documentate nella letteratura esistente.

Acque profonde

Lo stesso accade per la firma spettrale delle 'acque profonde'.

Acque poco profonde

La firma spettrale delle "acque poco profonde", invece, presenta valori di riflettanza notevolmente elevati nelle lunghezze d'onda dell'infrarosso (sopra i 700 nm), mostrando un modello del tutto distinto da quello riportato in letteratura.

An aerial photograph of a large, winding lake system, possibly a reservoir or a series of interconnected lakes, surrounded by dark, forested land. The sky is a mix of orange, red, and blue, indicating a sunset or sunrise. The water reflects the colors of the sky. The text is overlaid on the left side of the image.

Questo implica che la firma spettrale dell'acqua varia a seconda della profondità.

In particolare, **al diminuire della profondità, aumentano i valori di riflettanza nelle lunghezze d'onda dell'infrarosso**, poiché la firma spettrale è influenzata dal materiale sottostante.

Così, **nella risposta delle acque poco profonde, contribuiscono sia l'acqua che i sedimenti sottostanti.**

Generalmente, durante la **stagione estiva**, i fiumi temporanei sono caratterizzati da **acque poco profonde**, quindi la firma spettrale dell'acqua si allinea strettamente con quella raffigurata nel '**colore magenta**'.

PROSEGUI

Qual è la migliore combinazione di bande in falsi colori?



Qual è la migliore combinazione di bande in falsi colori per distinguere l'acqua

nei fiumi temporanei?



Tenendo conto delle firme spettrali precedentemente rappresentate, cercare di identificare le bande in cui le classi di copertura del corridoio fluviale sono meglio distinguibili.

Copernicus Browser

Inizia a esplorare il Copernicus Browser (Copernicus Data Space Ecosystem Browser) e testa varie combinazioni fino a identificare la migliore tripletta di bande che, secondo te,

permette di distinguere l'acqua dagli altri componenti del corridoio fluviale.

Copernicus Browser:

<https://dataspace.copernicus.eu/browser/>

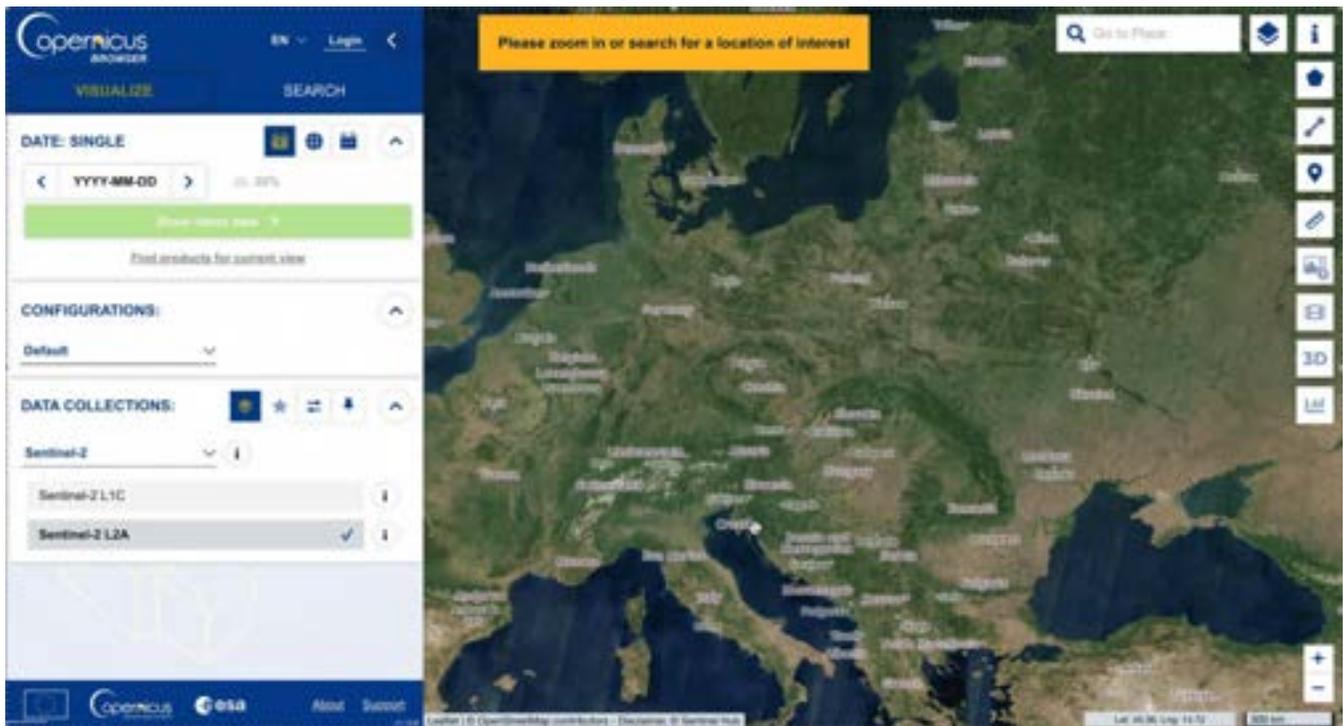
L'identificazione della presenza di acqua lungo i fiumi temporanei

Il compito è quello di esaminare diverse proposte di immagini in falsi colori, cambiando la tripletta di bande e giocando con la piattaforma Copernicus Browser, e di determinare la combinazione che meglio consente di identificare la presenza di acqua lungo i fiumi temporanei.

Guarda il tutorial per imparare ad utilizzare la piattaforma Copernicus Browser.

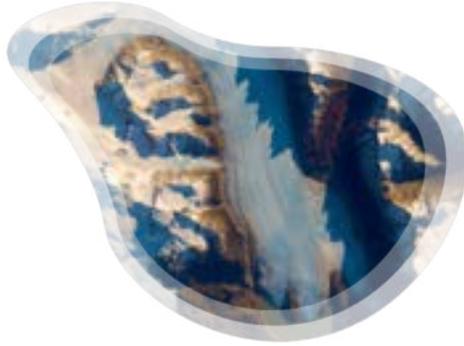


Fare clic su play per far partire il video.



Fare clic sul pulsante INIZIO e scopri ogni passaggio.

Istruzioni



Accesso a Copernicus Browser

- Accedi a Copernicus Browser tramite il proprio browser web preferito.
- Se non hai un account, registrati gratuitamente per accedere alle funzioni aggiuntive.

Caricamento delle immagini di Sentinel-2

- Una volta effettuato l'accesso, selezionare la piattaforma Sentinel-2 nella scheda.
- Nella finestra di sinistra, selezionare l'intervallo di date desiderato dell'immagine a cui si vuole accedere.
- Selezionare l'area geografica di interesse tramite la finestra di navigazione.

Seleziona l'immagine che vuoi vedere

- Disegnare un poligono utilizzando l'icona in alto a destra della mappa visualizzata per identificare meglio un'area di studio corrispondente a una portata fluviale.
- Fare clic su "Search".
- Selezionare l'immagine satellitare da visualizzare in base alla data di interesse e alla condizione di visualizzazione preferita.

Creare una combinazione a falsi colori

- Nella scheda "Visualize", selezionare "Custom".
- Scegliere una diversa combinazione di bande trascinando e rilasciando quelle previste nel canale RGB.
- Valutare i risultati.

Secondo te, **qual è la migliore combinazione di bande per**

distinguere chiaramente la presenza di acqua lungo i fiumi?



PROSEGUI

Qual è la combinazione ottimale di bande che hai individuato?

Vuoi sapere qual è la combinazione di bande ottimale che abbiamo

individuato?





Fare clic sulla carta per sfogiarla.



La nostra scelta è:
B11-B8-B4

Come abbiamo fatto ?



01

Abbiamo osservato che le classi di acqua, erba e arbusti sono poco distinguibili nelle immagini RGB, perché il rosso (B4), il verde (B3) e il blu (B2) hanno valori di riflettanza molto simili. Tuttavia, queste bande ci permettono di differenziare facilmente le classi citate dai sedimenti.

02

Invece, l'acqua e la vegetazione hanno un comportamento spettrale diverso nelle regioni NIR e SWIR e, quindi, utilizzando bande in queste regioni, le due classi possono essere meglio differenziate.

03

Finalmente, la composizione ottimale è stata ottenuta inserendo nella tripletta RGB rispettivamente le bande B11 dello SWIR, B8 del NIR e B4 del visibile. Questa selezione è stata fatta preferendo le bande che hanno una risoluzione spaziale di 10 m (B8, B4), quindi utilizzando quella con risoluzione di 20 m della regione SWIR (B11).



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

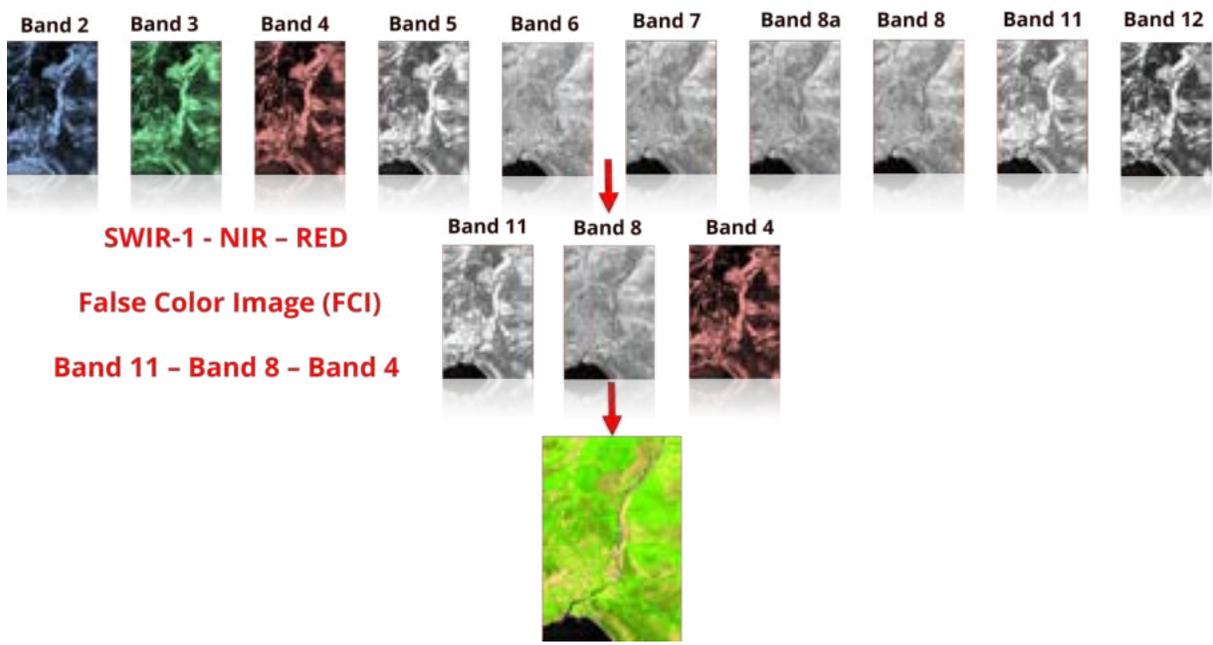


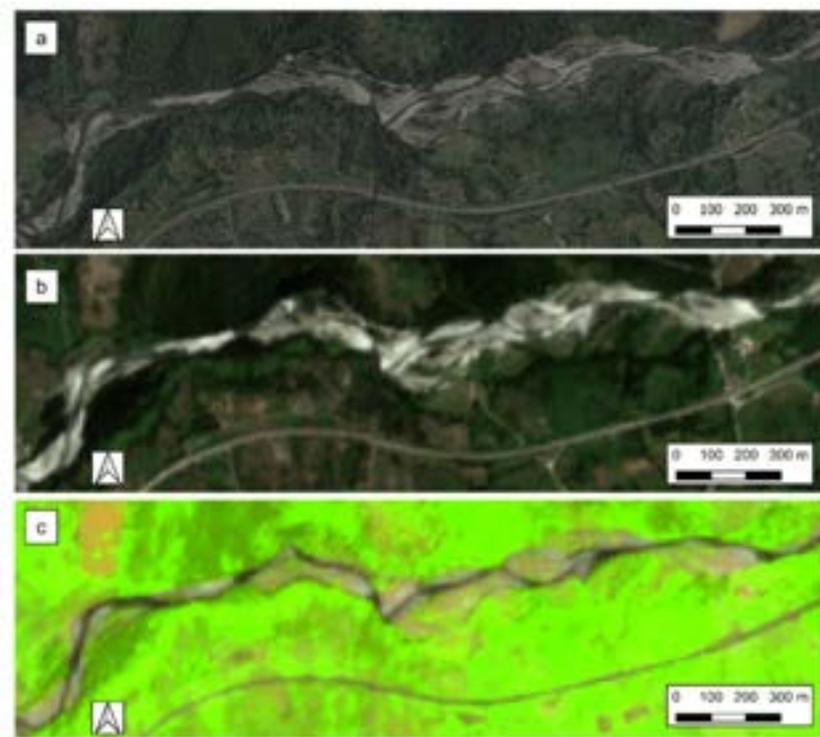
Immagine a Falsi Colori (FCI). Immagine di Carmela Cavallo

PROSEGUI

Confronto tra immagini RGB e FCI



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



RGB from Google Earth Pro

RGB from Sentinel-2

FCI from Sentinel-2

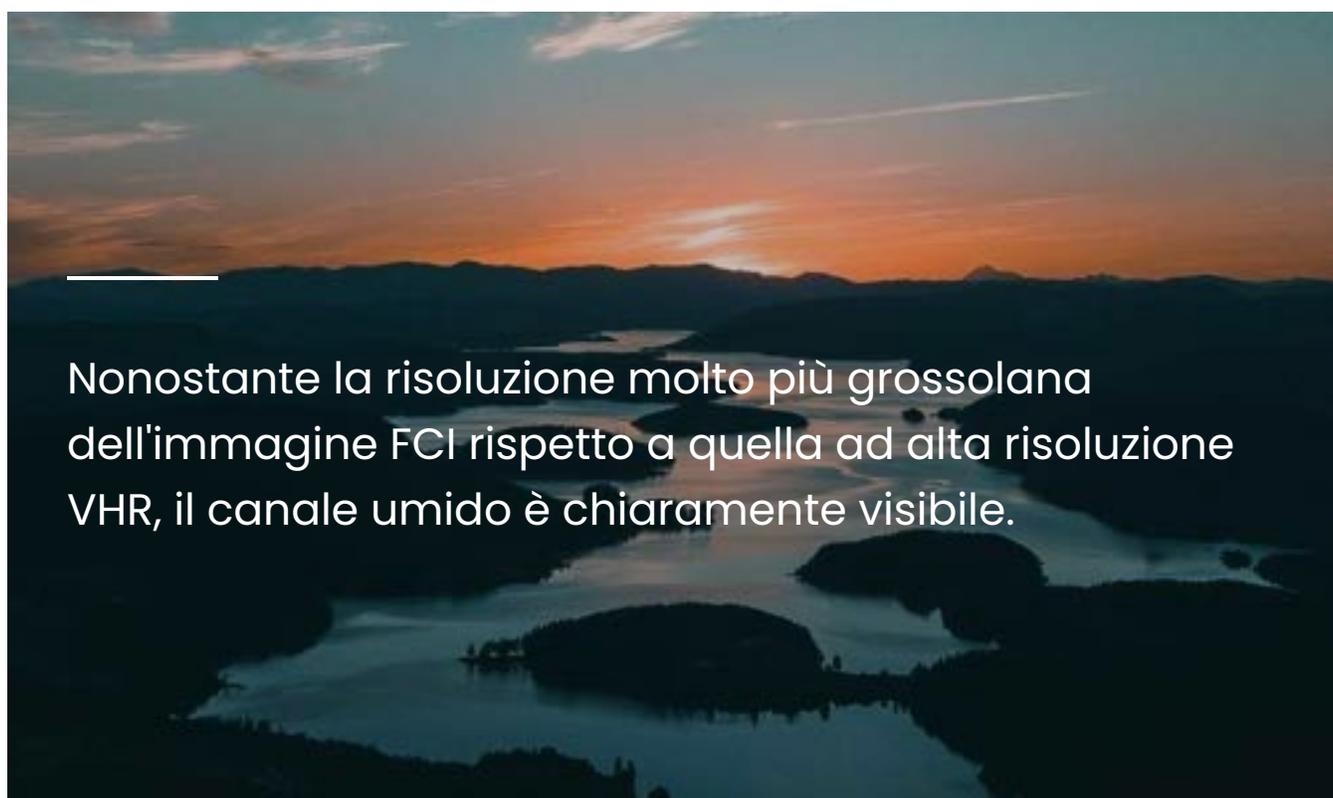
Confronto tra la immagine RGB fornita da Google Earth Engine e le immagini RGB e FCI ottenute da Sentinel-2 (Cavallo et al., 2022)



Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

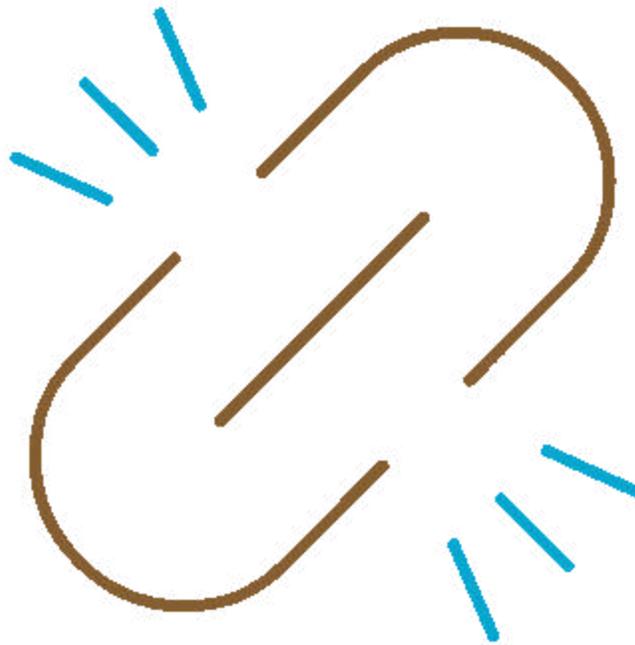
Questa figura illustra il confronto tra l'immagine RGB ottenuto da Google Earth Engine (Figura a) e l'immagine RGB (Figura b) e FCI (Figura c) ottenute da Sentinel-2.

Da questa immagine, è possibile osservare che l'immagine FCI è molto efficace nell'evidenziare il canale bagnato, che viene messo in evidenza e appare in buon dettaglio.



PROSEGUI

Riferimenti bibliografici



Riferimenti bibliografici

Nello sviluppo di qualsiasi corso accademico, i riferimenti bibliografici giocano un ruolo cruciale fornendo il necessario supporto teorico e pratico per il materiale insegnato.

I riferimenti non solo rafforzano la credibilità dei materiali di studio, ma consentono agli studenti

Questa serie di riferimenti è stata accuratamente selezionata per fornire

di approfondire gli argomenti trattati, acquisendo una comprensione più profonda dei concetti chiave e scoprendo nuove prospettive.

una solida base di conoscenza, comprendendo una varietà di fonti, tra cui libri, articoli accademici, ricerche recenti e risorse digitali.



Ci auguriamo che questi riferimenti siano uno strumento prezioso per l'apprendimento, favorendo una comprensione completa e critica degli argomenti affrontati in questo corso.

Cavallo, C., Papa, M. N., Gargiulo, M., Palau-Salvador, G., Veza, P., & Ruello, G. (2021a). Continuous monitoring of the flooding dynamics in the albufera wetland (Spain) by landsat-8 and sentinel-2 datasets. *Remote Sensing*, 13(17).

Cavallo, C., Nones, M., Papa, M. N., Gargiulo, M., & Ruello, G. (2021b). Monitoring the morphological evolution of a reach of the Italian Po River using multispectral satellite imagery and stage data. *Geocarto International*, 37(25), 8579-8601.

Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022a). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

Cavallo, C. (2022b). Monitoring freshwater environments by satellite data. PhD dissertation.

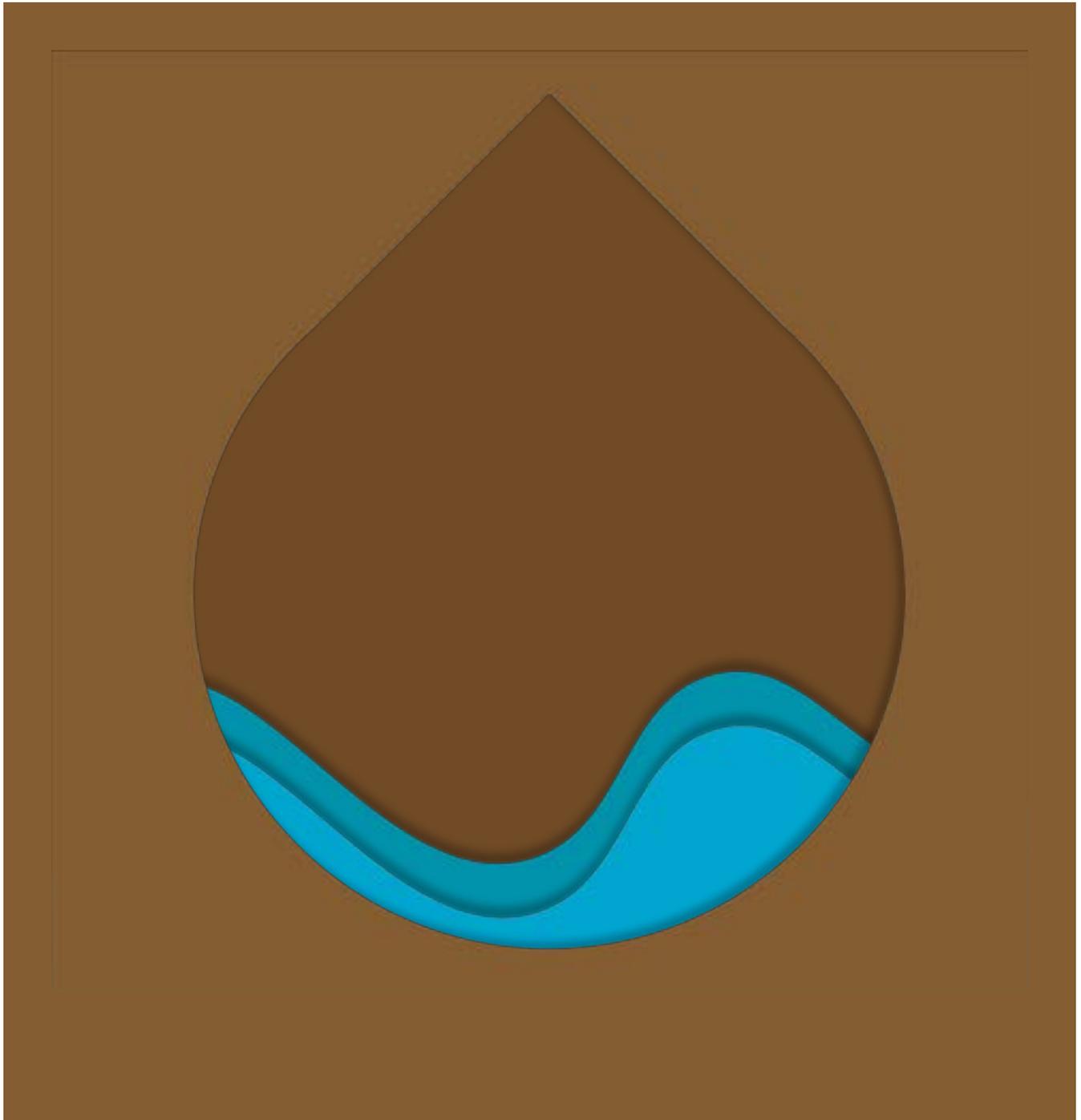
Pettorelli, N., Schulte to Bühne, H., Shapiro, A. C., & Glover-Kapfer, P. (2018). Satellite Remote Sensing for Conservation. WWF Conservation Technology Series 1(4). WWF.

Smith, R. B. (2012). Introduction to hyperspectral imaging. Microimages. Inc, 5-6.
<https://www.microimages.com/documentation/html/Tutorials/hyprspec.htm>

Yeung, S. (n.d.). Tutorial 1: Introduction to computer vision. Stanford AI Lab.
<https://ai.stanford.edu/~syyeung/cvweb/tutorial1.html>

PROSEGUI

Fine



Congratulazioni!

Hai **completato** questo modulo.

Congratulazioni per il risultato raggiunto! Hai capito come utilizzare le immagini satellitari per identificare la presenza di acqua lungo i fiumi temporanei. Prosegui nel tuo viaggio attraverso i moduli successivi e provate a utilizzare le immagini in falsi colori della missione satellitare Sentinel-2 per identificare la presenza di acqua lungo i fiumi temporanei.

Passiamo al modulo 3!

MODULE 3: Classificazione delle condizioni idrologiche: flusso continuo, stagnazione, secca

rivertemp

 Co-funded by
the European Union



 Co-funded by
the European Union

In questo modulo imparerai a classificare le condizioni idrologiche dei fiumi temporanei utilizzando le immagini satellitari.

INIZIAMO!

1. OBIETTIVI. COMPETENZE ATTESE. INTRODUZIONE

 **Obiettivi e Competenze attese**

 **Introduzione**

2. STADI DELL'ECOSISTEMA CORRELATI A CIASCUNA CONDIZIONE IDROLOGICA

 **Fauna che caratterizza ogni condizione idrologica**

 **Stadi ecosistemici correlati a ciascuna condizione idrologica**

3. DISTINGUERE LE CONDIZIONI IDROLOGICHE UTILIZZANDO IMMAGINI SATELLITARI

 **Imparare a distinguere le condizioni idrologiche utilizzando le immagini satellitari**

 Condizioni speciali quando si usano le immagini satellitari

4. VERIFICA DEL RICONOSCIMENTO DELLE CONDIZIONI IDROLOGICHE

 Un caso di studio mediterraneo: Il fiume Palancia

 Quiz

5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

 Riferimenti bibliografici

6. FINE

 Fine

Obiettivi e Competenze attese



I **4 Obiettivi e Competenze Attese** di questo modulo sono i seguenti:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

1



2

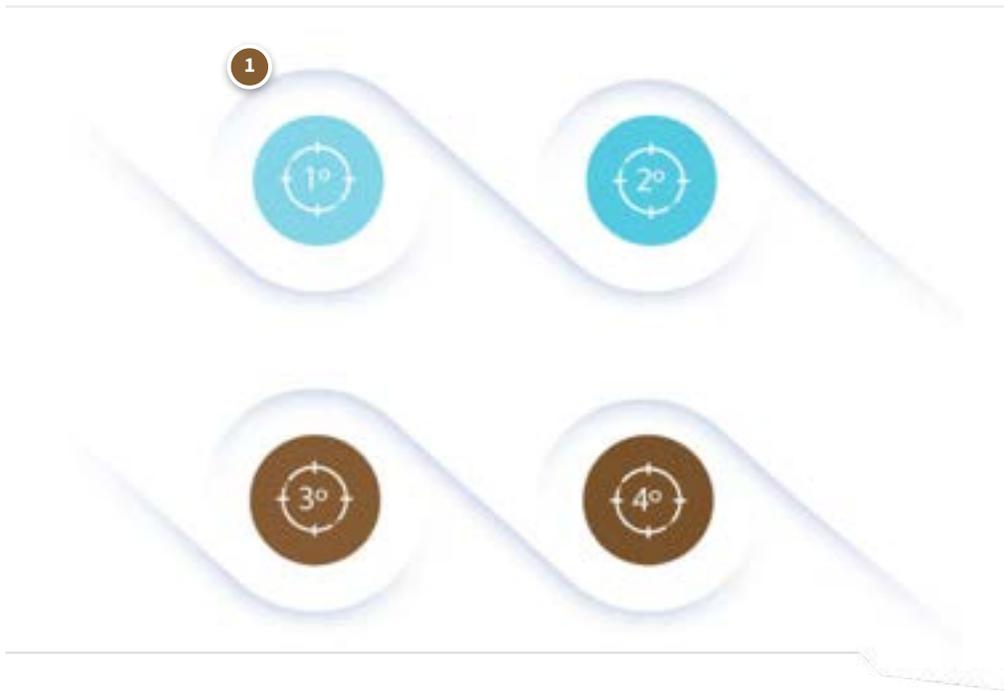


3



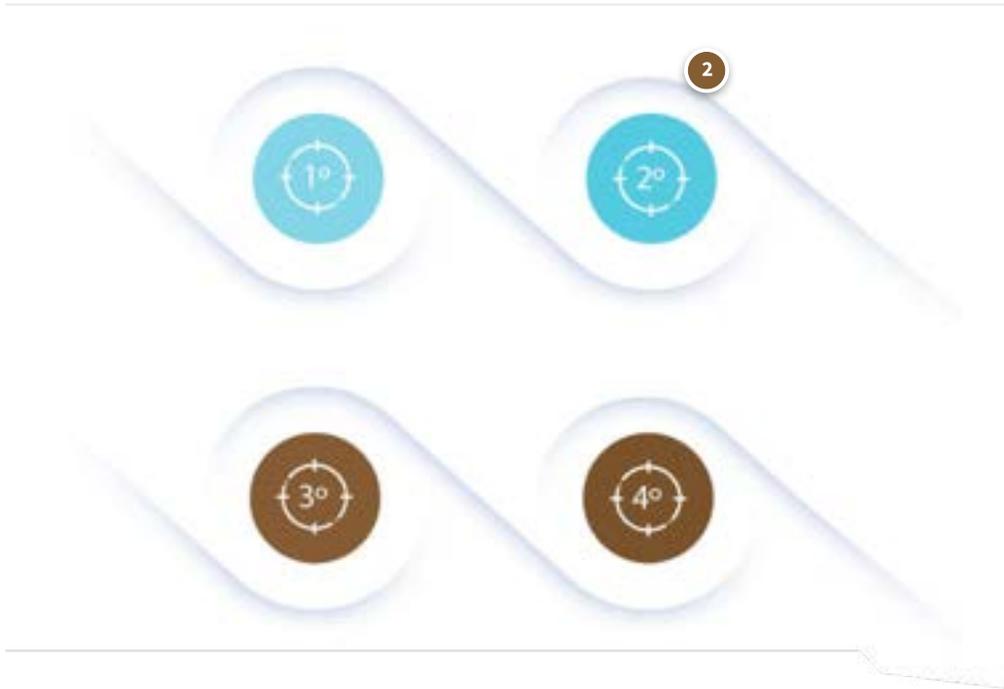
4





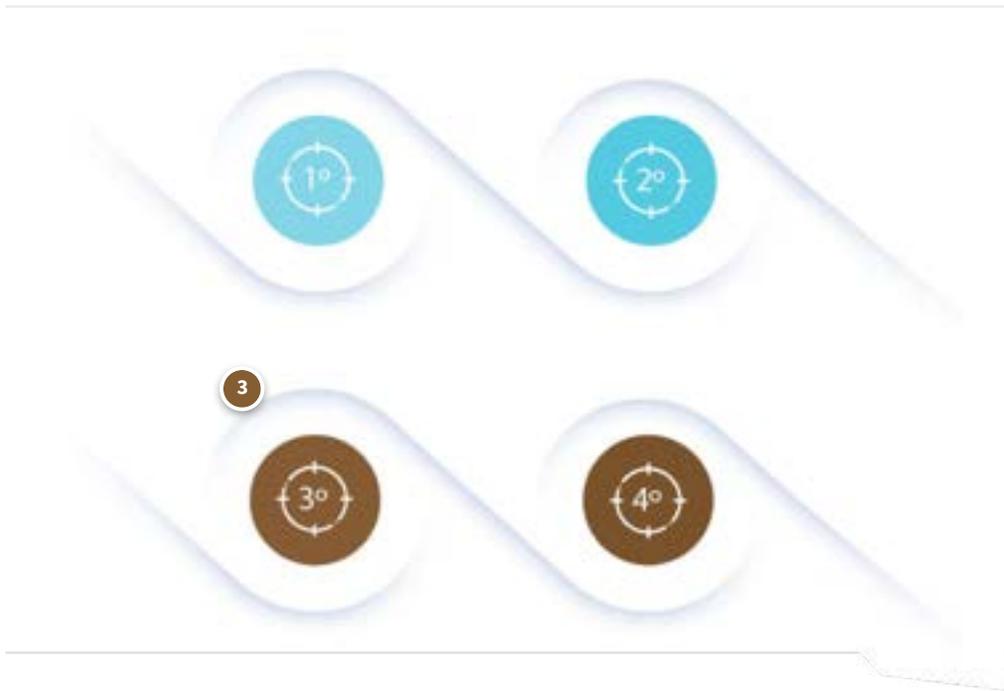
1

Comprendere il collegamento tra la **presenza di acqua** e **le funzioni ecosistemiche**.



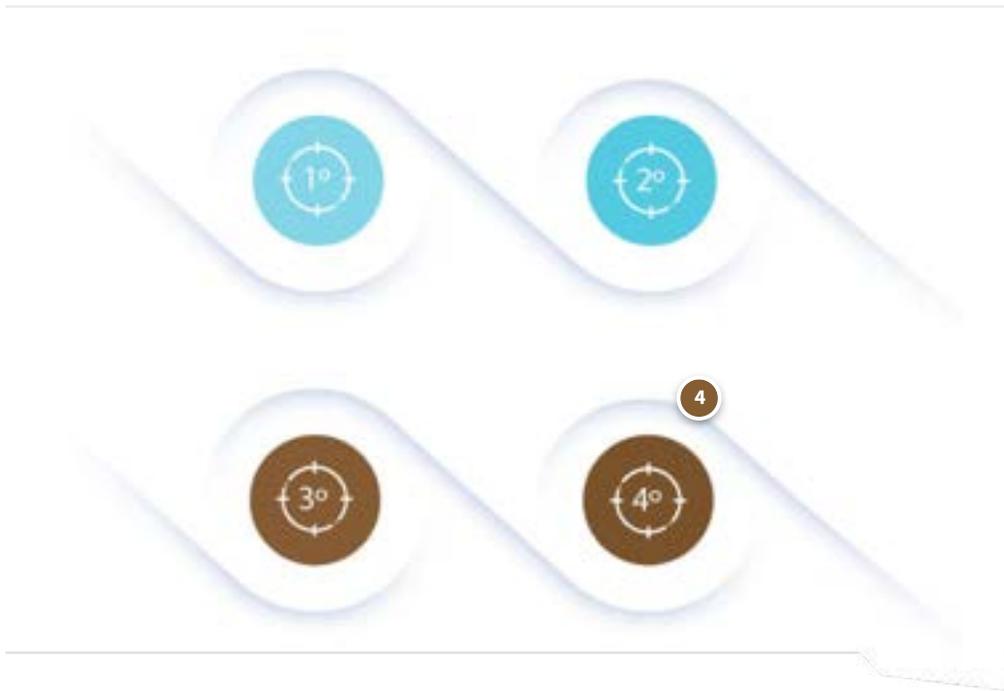
2

Imparare a distinguere **le condizioni idrologiche** (flusso continuo, stagnazione, secca) usando **le immagini satellitari**.



3

Riconoscere la presenza di acqua nei fiumi e distinguerla da sedimenti e vegetazione.



4

Gestire la copertura nuvolosa e la presenza di ombre nelle **immagini di Sentinel-2**.

PROSEGUI

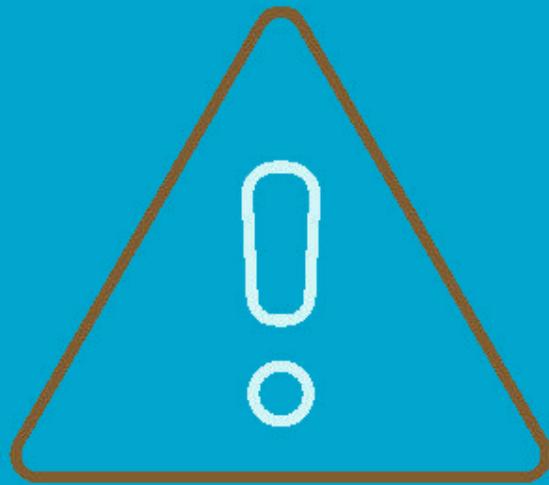
Introduzione

Come si classifica la condizione idrologica?



In questo modulo imparerai **come classificare le condizioni idrologiche** nei fiumi temporanei **usando le immagini**

satellitari.



IMPORTANTE

Ricorda che, nei fiumi temporanei, tre condizioni idrologiche possono verificarsi.



Condizione di Flusso continuo (F, Flowing)

Flusso continuo d'acqua visibile lungo il tratto di fiume analizzato.



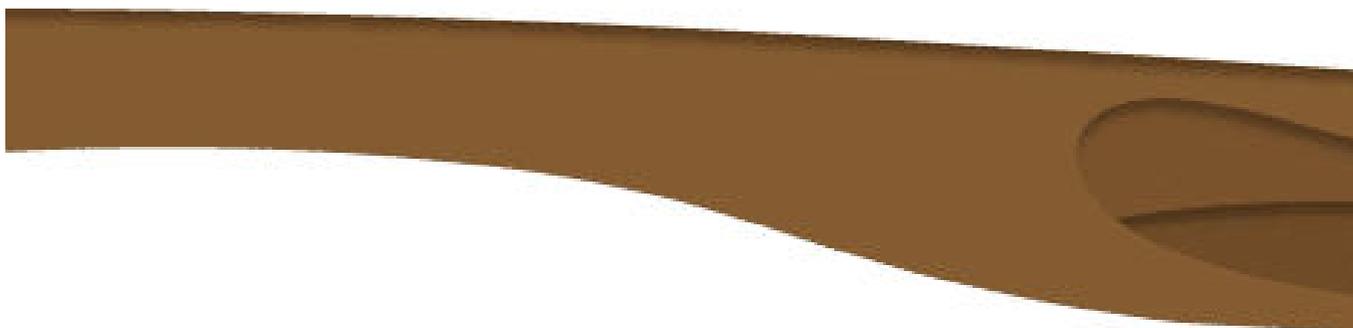
Condizione di Stagnazione (P, Ponding)

Presenza d'acqua discontinua; l'acqua di superficie è localizzata in pozze isolate o porzioni del canale di bassa portata.



Condizione di Secca (D, Dry)

Assenza di acqua in superficie, con alveo asciutto.



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



Il fiume Sciarapotamo, Salerno (IT) nelle 3 condizioni idrologiche:

a) flusso continuo, b) stagnazione e c) secca.

Foto di Carmela Cavallo (Cavallo et al., 2022)





Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

PROSEGUI

Fauna che caratterizza ogni condizione idrologica



RIVERTEMP

STADI DELL'ECOSISTEMA CORRELATI A CIASCUNA CONDIZIONE IDROLOGICA

I fiumi temporanei possono supportare sia **invertebrati terrestri e semi-acquatici** ("Terrestrial and Semi-Aquatic Invertebrate", denominati **TSAI**), che abitano diversi tipi di habitat durante ogni condizione idrologica del fiume (condizioni di "flusso continuo", 'stagnazione' o "secca").



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



**Gomphidae nel fiume
Pellice (Italia)**



**Heptageniidae nel fiume
Pellice (Italia)**



**Trichoptera nel torrente
Dece (Italia)**

Foto di Beatrice Pinna

Questi habitat possono essere:

1

Sponde

2

Barre fluviali

3

Unità di sedimento non saturo

4

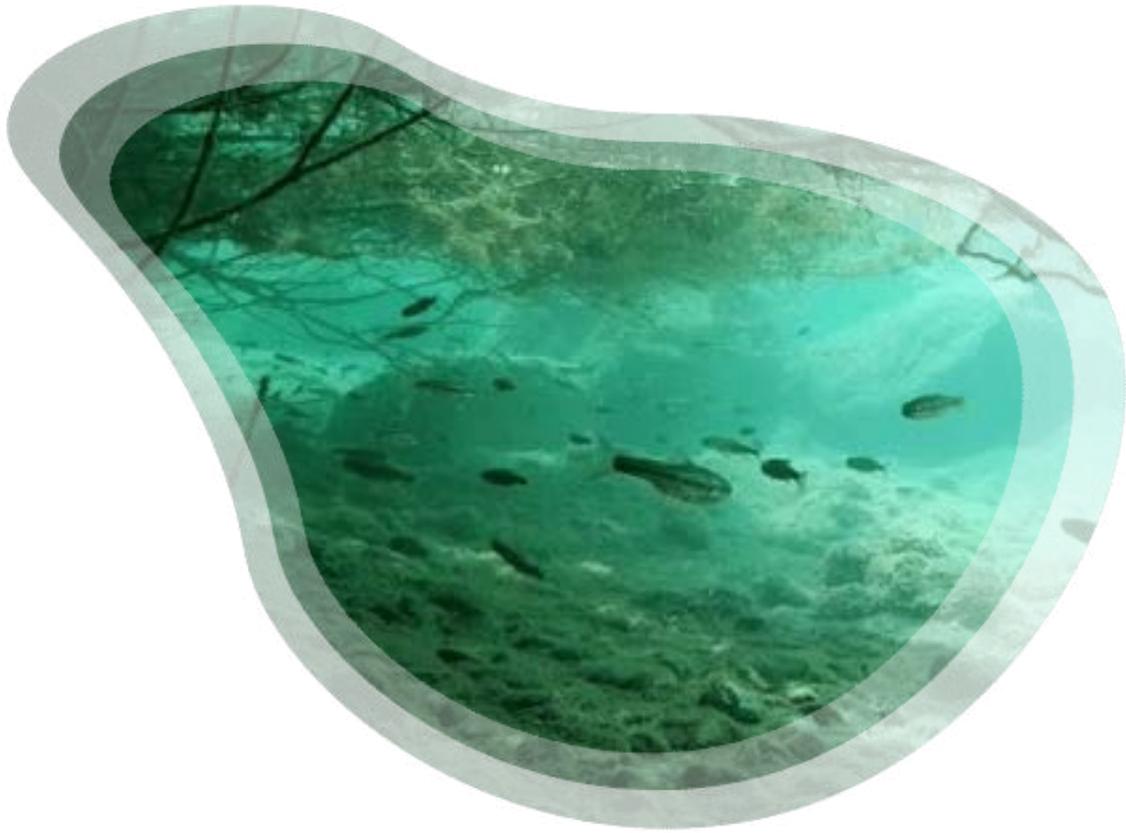
Letti fluviali in secca

5

Zone ripariali

6

Piane alluvionali



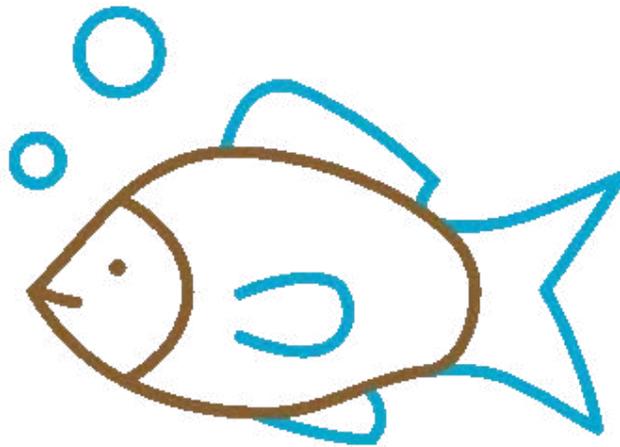
Pesci che si rifugiano in una pozza isolata nel Fiume Trebbia

Foto di Paolo Vezza

Il **fenomeno di prosciugamento dei fiumi temporanei** rimuove l'habitat per gli invertebrati acquatici e i pesci ma rappresenta una potenziale espansione dell'habitat per la fauna terrestre che può colonizzare l'area aggiuntiva emersa dal letto del fiume.

PROSEGUI

Stadi ecosistemici correlati a ciascuna condizione idrologica



Le figure da A a F forniscono sei diagrammi concettuali degli stadi di evoluzione dell'ecosistema basati sulle condizioni idrologiche per un generico fiume temporaneo.

Nota che la transizione tra gli stadi può essere graduale nel tempo.



Cliccare sulle schede per visualizzare le informazioni.

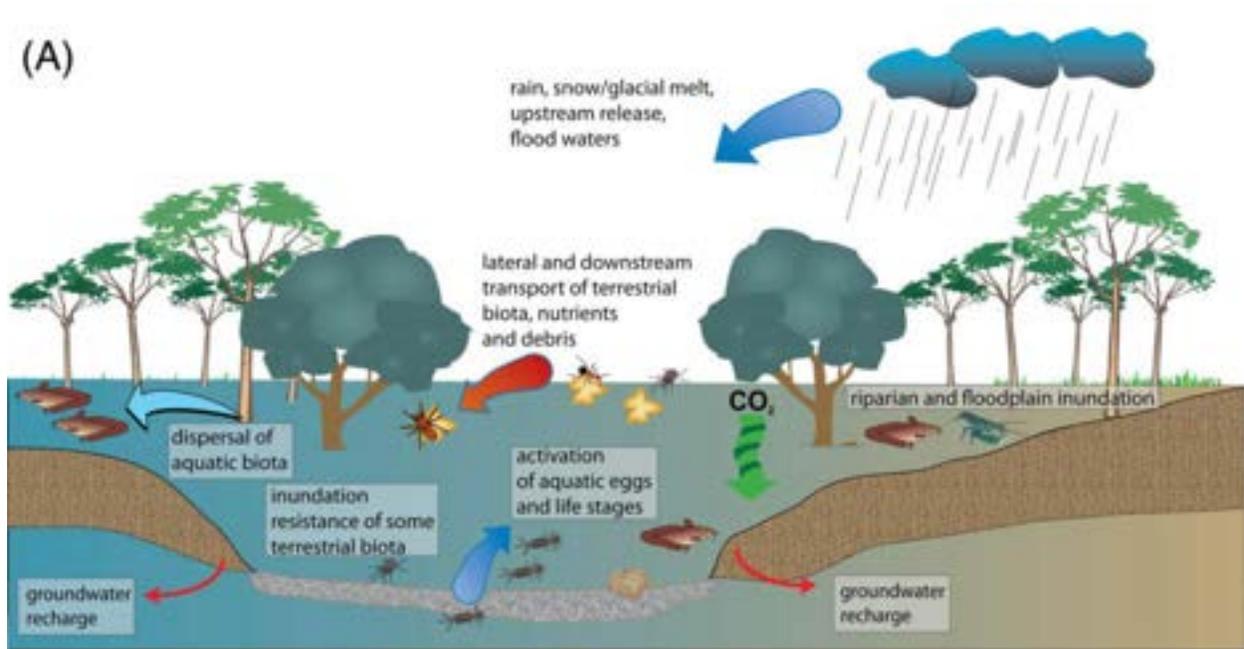
**A. CONDIZIONI DI FLUSSO
CONTINUA DURANTE UNA PIENA
ESONDANTE**

**B. CONDIZIONE DI FLUSSO
CONTINUO DURANTE UN EVENTO
COMUNE DI DEFLUSSO**

**C. CONDIZIONE DI STAGNAZIONE
DOPO LA CESSAZIONE DEL
FLUSSO**

La dispersione di fauna acquatica e terrestre avviene durante questi eventi.
(Steward et al., 2022)

(Clicca sull'immagine per ingrandirla)



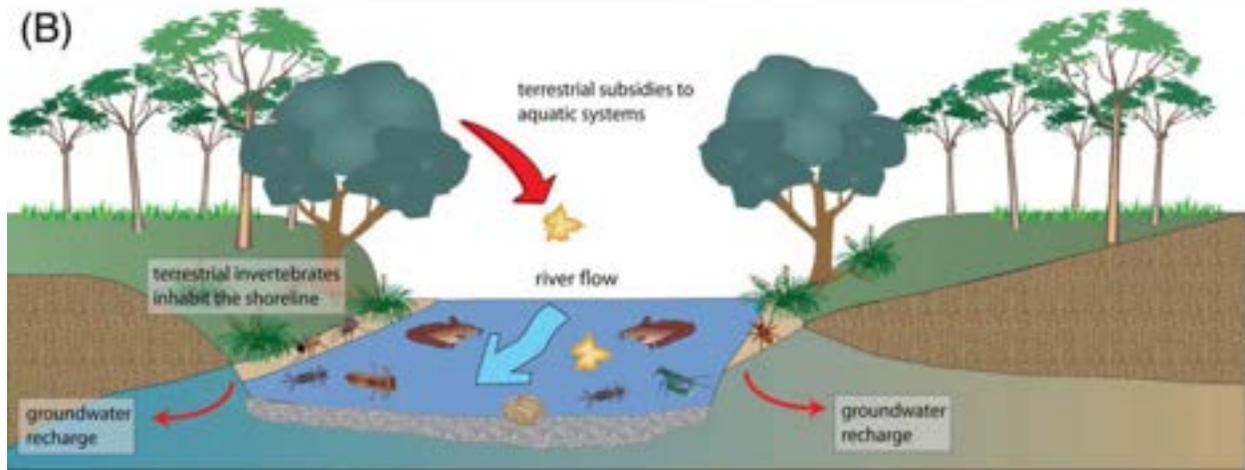
**A. CONDIZIONI DI FLUSSO
CONTINUA DURANTE UNA PIENA
ESONDANTE**

**B. CONDIZIONE DI FLUSSO
CONTINUO DURANTE UN EVENTO
COMUNE DI DEFLUSSO**

**C. CONDIZIONE DI STAGNAZIONE
DOPO LA CESSAZIONE DEL
FLUSSO**

Gli invertebrati terrestri abitano le sponde, il detrito fogliare e i detriti legnosi.

(Fare clic sull'immagine per ingrandirla)



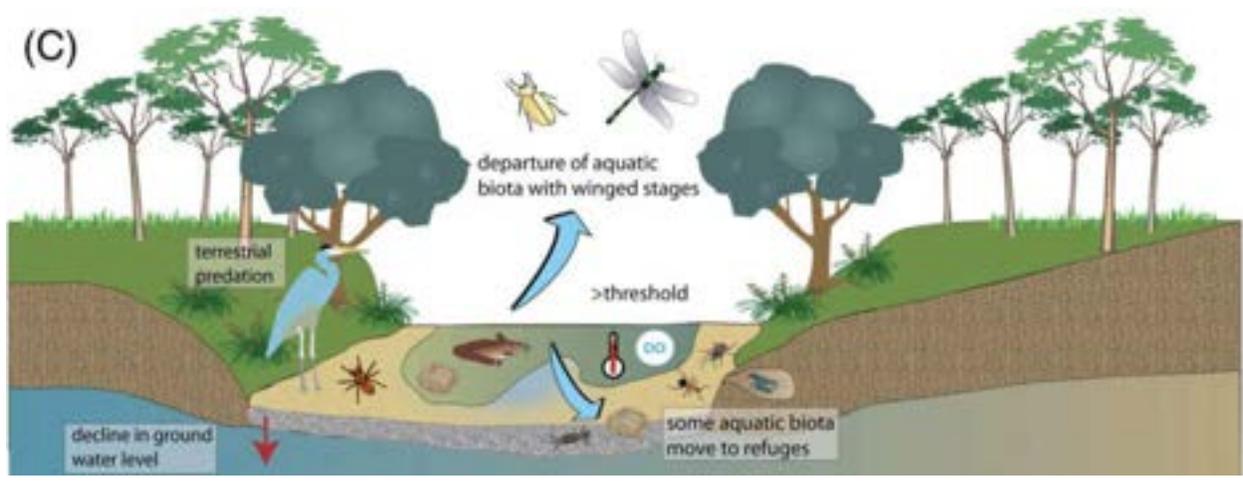
**A. CONDIZIONI DI FLUSSO
CONTINUA DURANTE UNA PIENA
ESONDANTE**

**B. CONDIZIONE DI FLUSSO
CONTINUO DURANTE UN EVENTO
COMUNE DI DEFLUSSO**

**C. CONDIZIONE DI STAGNAZIONE
DOPO LA CESSAZIONE DEL
FLUSSO**

- I TSAI colonizzano l'alveo dei fiumi nelle aree in secca.
- Il biota acquatico si sposta verso i rifugi, mentre quelli che si trovano negli stadi alati si allontanano.
- Inizia la predazione terrestre delle specie acquatiche.

(Cliccare sull'immagine per ingrandirla)



Sub-surface sediments	Aquatic invertebrates	High water temperature
Exposed riverine sediments: "shoreline"	Fish	Terrestrial leaf litter
Moist river bed	Terrestrial invertebrates	Low dissolved oxygen
Isolated pool	Winged stages of aquatic biota	High primary production
Birds		

Legenda: Figure da A a C



Riferimenti bibliografici:

Steward, A. L., Datry, T., & Langhans, S. D. (2022). The terrestrial and semi-aquatic invertebrates of intermittent rivers and ephemeral streams. *Biological Reviews*, 97(4), 1408-1425.

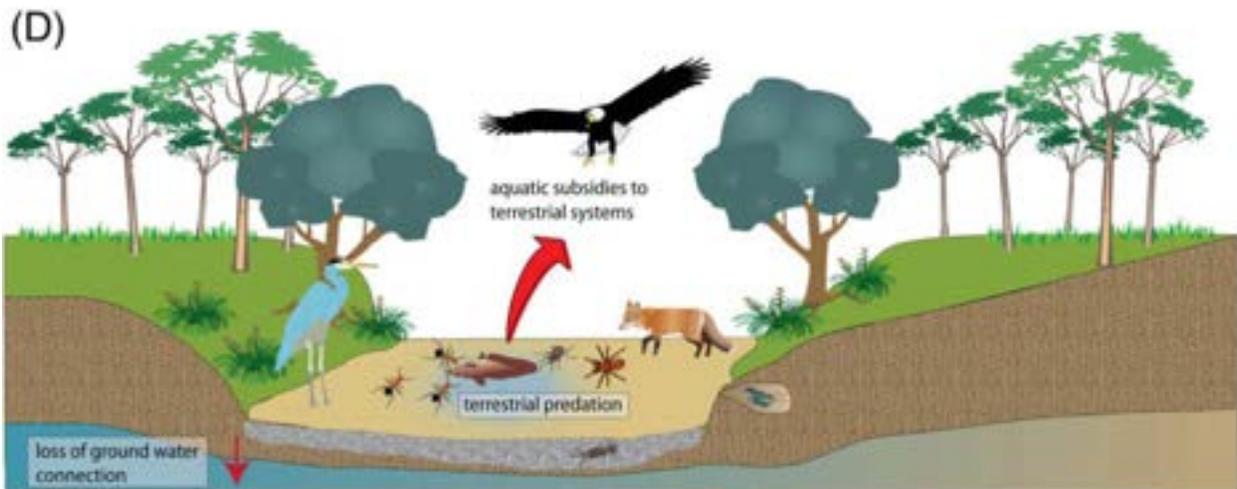
**D. CONDIZIONE DI STAGNAZIONE
CON PERDITA DI ACQUA
SUPERFICIALE**

**E. CONDIZIONE DI SECCA NEL
BREVE TERMINE**

**F. CONDIZIONE DI SECCA A
LUNGO TERMINE**

La predazione terrestre aumenta a causa della riduzione dell'acqua superficiale per l'evaporazione e per la disconnessione con le falde acquifere sotterranee.

(Cliccare sull'immagine per ingrandirla)



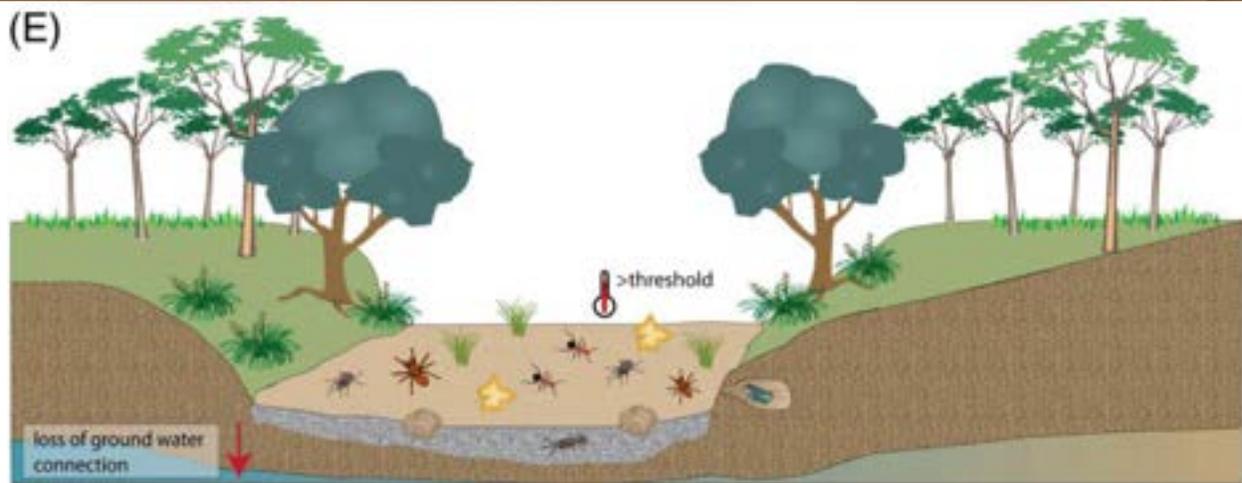
**D. CONDIZIONE DI STAGNAZIONE
CON PERDITA DI ACQUA
SUPERFICIALE**

**E. CONDIZIONE DI SECCA NEL
BREVE TERMINE**

**F. CONDIZIONE DI SECCA A
LUNGO TERMINE**

Le specie in grado di tollerare la secca a breve termine possono scavare per evitare i predatori e rimanere in rifugi caratterizzati da un'elevata umidità del suolo.

(Cliccare sull'immagine per ingrandirla)



**D. CONDIZIONE DI STAGNAZIONE
CON PERDITA DI ACQUA
SUPERFICIALE**

**E. CONDIZIONE DI SECCA NEL
BREVE TERMINE**

**F. CONDIZIONE DI SECCA A
LUNGO TERMINE**

- I letti dei fiumi secchi diventano sempre più ambienti terrestri.
- L'alveo secco a lungo termine può essere una condizione dura; i luoghi esposti e privi di vegetazione sperimentano una minore umidità, maggiori fluttuazioni della temperatura dell'aria e della radiazione solare tra il giorno e la notte.
- La presenza di vegetazione nel canale principale e nelle zone ripariali ombreggiate rallenta il processo di essiccazione.
- In questa fase si verifica anche l'accumulo di detrito fogliare e la perdita di collegamento con la falda.

(Cliccare sull'immagine per ingrandirla)

(F)



Legenda: Figure da D a F

i



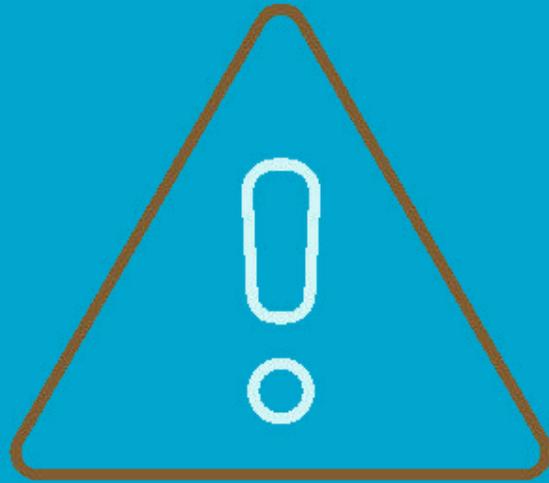
Riferimenti bibliografici:

Steward, A. L., Datry, T., & Langhans, S. D. (2022). The terrestrial and semi-aquatic invertebrates of intermittent rivers and ephemeral streams. *Biological Reviews*, 97(4), 1408-1425.

PROSEGUI

Imparare a distinguere le condizioni idrologiche utilizzando le immagini satellitari





IMPORTANTE

Dalle immagini a falsi colori ("**False-Color Images**", **FCI**) di **Sentinel-2**, è possibile identificare la presenza di acqua superficiale per distinguere le tre distinte condizioni idrologiche dei fiumi temporanei: "flusso continuo" (F), "stagnazione" (P) e "secca" (D).

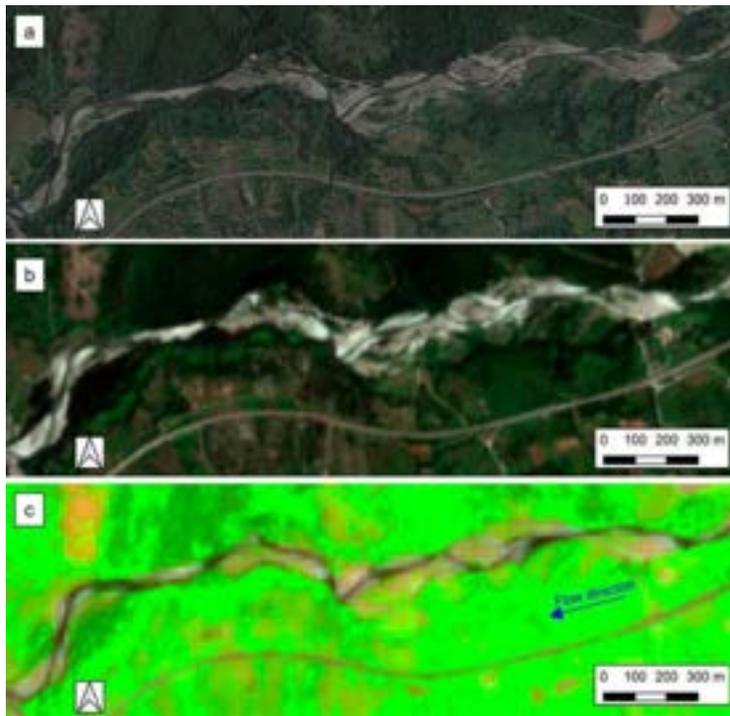


Come spiegato nel Modulo 2, **ci affidiamo alle FCI per classificare le condizioni idrologiche** perché è difficile rilevare la presenza di acqua superficiale utilizzando solo le bande dello spettro visibile.

Ora, presta attenzione alle **3 immagini del fiume Mingardo (Italia)**:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.



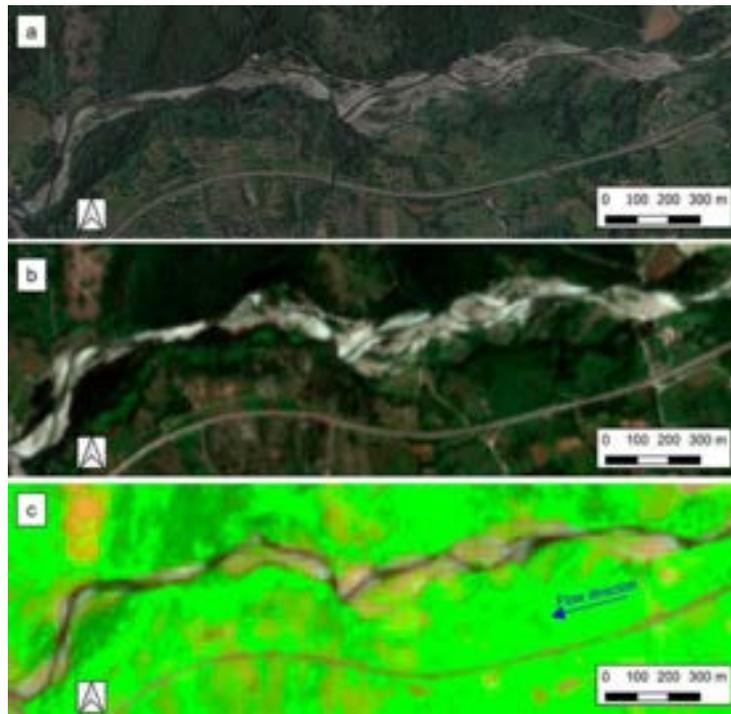


Immagine ad altissima risoluzione ("Very-High Resolution", VHR)

Questa immagine ad altissima risoluzione (VHR) mostra il canale attivo nel corridoio del fiume. Nonostante il grande dettaglio, queste immagini hanno un tempo di rivisitazione troppo lungo (tipicamente da mesi ad anni), che le rende inadatte al monitoraggio di fiumi temporanei.

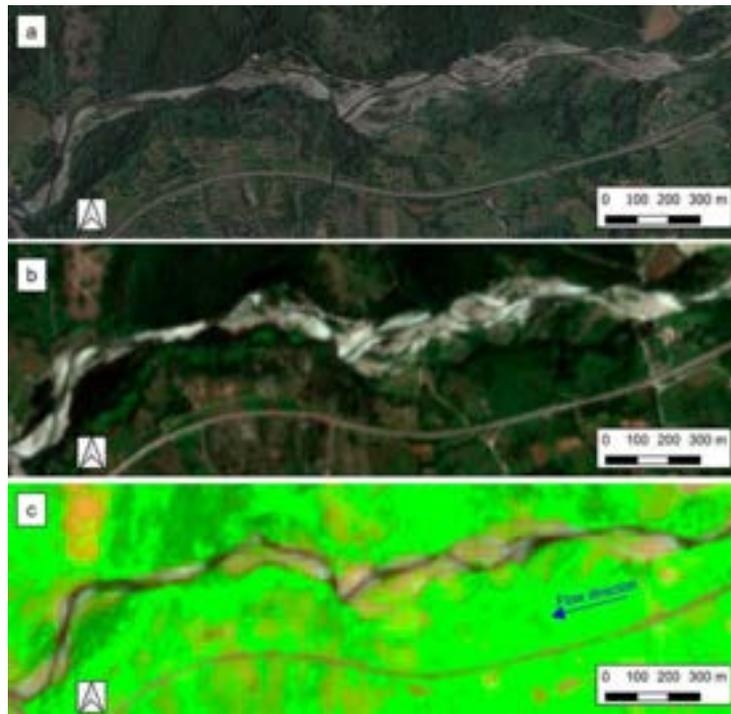


Immagine a colori reali ("True-Color Image", TCI)

L'immagine a colori reali (TCI), ottenuta dalla stessa acquisizione Sentinel-2, non permette di distinguere facilmente il canale attivo. L'uso esclusivo delle bande dello spettro visibile in questo tipo di immagine può rendere più difficile l'identificazione dei corpi idrici in determinate condizioni.

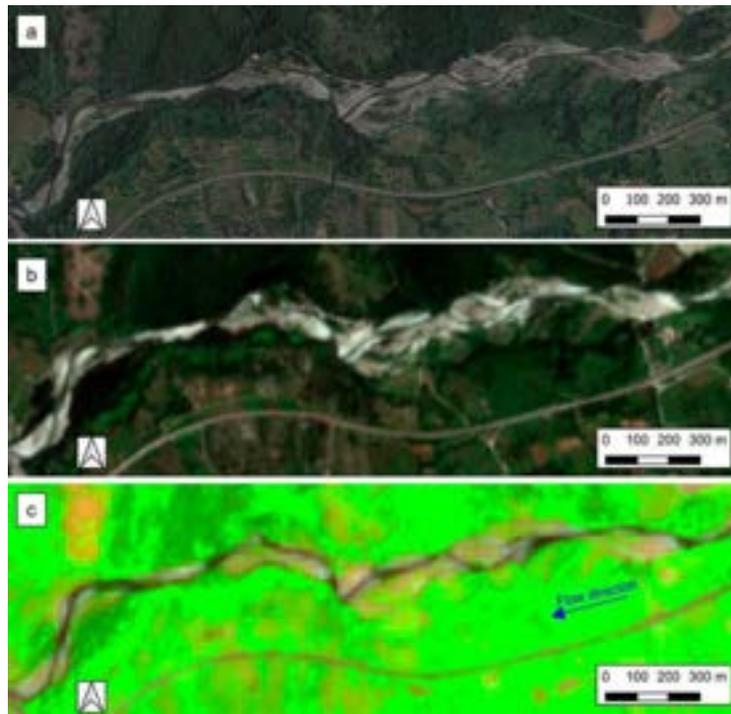


Immagine composta a falsi colori ("False Color Image", FCI)

Nelle immagini a falsi colori di Sentinel-2, che utilizzano la combinazione di bande B11-B8-B4, il canale attivo si distingue chiaramente. Nonostante la risoluzione inferiore rispetto all'immagine VHR, il canale attivo è visibile in egual misura e la condizione di flusso continuo può essere chiaramente identificata.

Lo stato di flusso continuo del fiume Mingardo (Italia); a) dati Google Earth Pro del 14 giugno 2019 e b) TCI e c) FCI in B11-B8-B4 estratti dall'acquisizione Sentinel-2 del 12 giugno 2019 (Cavallo et al., 2022))





Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

In sintesi si può osservare che:

1

Dalle **immagini a falsi colori** (c) di Sentinel-2 nelle bande B11-B8-B4, è possibile identificare la presenza di acqua superficiale e distinguere le tre condizioni idrologiche dei fiumi temporanei.

2

Mentre nell'immagine **TCI di Sentinel-2** (b) le coperture del suolo sono confuse, nell'immagine FCI (c) e **ad altissima risoluzione** (a), il canale attivo è visibile in egual misura, nonostante la risoluzione molto più grossolana della FCI.

3

In effetti, nella FCI il **canale attivo si distingue chiaramente** dagli altri

componenti del corridoio fluviale, come
sedimenti e vegetazione.

PROSEGUI



Altri esempi



Il fiume Sangone (Italia)

In questa figura, che rappresenta una FCI nella tripletta di bande identificate sul fiume Sangone, la presenza di una linea nera continua, che è rappresentativa di una condizione di flusso continuo lungo il fiume, è chiaramente identificabile.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



La condizione di flusso continuo nel fiume Sangone (Italia), FCI estratta dall'acquisizione Sentinel-2 del 18 ottobre 2021 (Cavallo et al., 2022)



Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

Il fiume Palancia (Spagna)

Un timelapse di FCI dal tratto del fiume Palancia evidenzia come questa tripletta di bande riveli chiaramente l'evoluzione delle condizioni idrologiche.



i



Copernicus Browser, <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>.

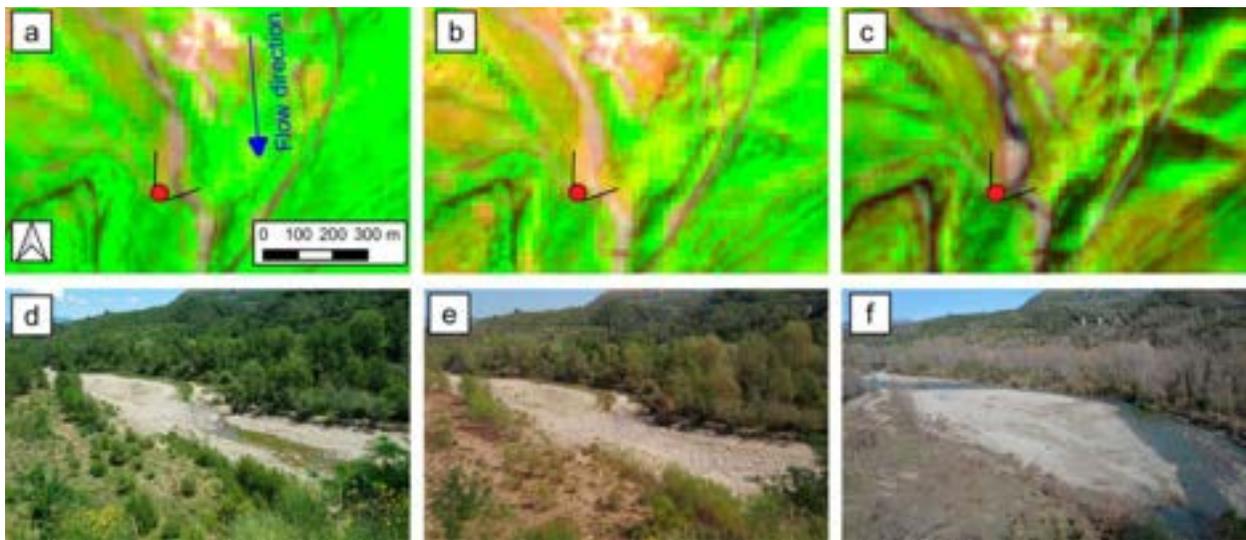
3

Il fiume Sciarapotamo (Italia)

Durante la condizione di stagnazione, nel letto del fiume si possono osservare aree brunastre e **viola scuro** (a). Alla fine dell'estate, che per il fiume Sciarapotamo corrisponde alla stagione di secca, **l'alveo è completamente asciutto** (b, e). Nella FCI dell'inverno successivo (c) la condizione di F è facilmente rilevabile (f).



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Il fiume Sciarapotamo (Italia) nelle 3 condizioni idrologiche; a) FCI del 26 giugno 2020, b) FCI del 19 settembre 2020, c) FCI del 6 febbraio 2021 e relative foto scattate il d) 26 giugno 2020 "P", e) 19 settembre 2020 "D", e f) 6 febbraio 2021 "F". I punti rossi mostrano il luogo di scatto (Cavallo et al., 2022)



Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

PROSEGUI

Condizioni speciali quando si usano le immagini satellitari

In questa sezione vedrai **3 condizioni speciali** da tenere in considerazione quando si utilizzano le immagini satellitari:



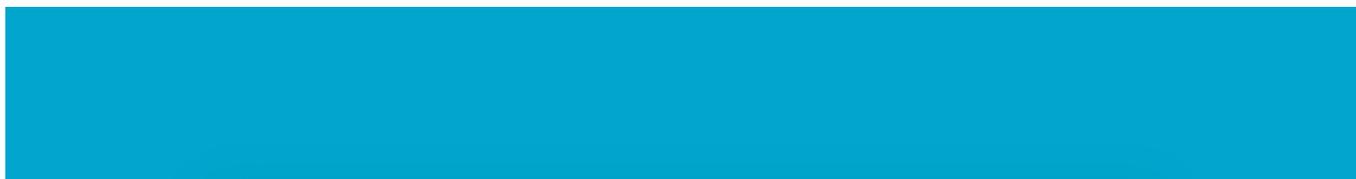
**Piccole pozze
isolate**



Copertura nuvolosa



**Ombre e problemi
correlati**





Prestare attenzione al fatto che ognuno di essi verrà spiegato in modo più dettagliato di seguito.

PROSEGUI

1°. Piccole pozze isolate



Se le pozze isolate sono molto piccole (pochi metri di larghezza), non sono facilmente distinguibili dalle FCI. Utilizzando le immagini Sentinel-2 si hanno generalmente problemi nell'identificare le pozze isolate caratterizzate da una larghezza inferiore a 6 m.



Quale sarebbe la larghezza minima identificabile dalle FCI?



L'analisi descritta in Cavallo et al. (2022), ha mostrato che la larghezza minima delle pozze isolate identificabili dalle FCI è **altamente variabile.**



Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

In alcuni casi, **è possibile identificare pozze isolate di larghezza compresa tra 6 e 10 m**. In altre condizioni, invece, le pozze o i canali attivi di dimensioni superiori a 10 m e inferiori a 15 m non sono chiaramente identificabili.

Questo **dipende dalla profondità dell'acqua e dalla posizione relativa dell'oggetto in superficie** rispetto alla griglia di pixel del satellite.

Infatti, può essere identificabile una superficie d'acqua della dimensione di un pixel contenuta in un solo pixel, mentre se la superficie d'acqua copre solo parzialmente due o più pixel, l'identificazione è più complicata.

Confronto tra una FCI di Sentinel-2 e le corrispondenti foto geolocalizzate

Questa figura fornisce un confronto tra una FCI di Sentinel-2 del 16 dicembre 2022 e le corrispondenti immagini geolocalizzate scattate il giorno dopo lungo il fiume Palancia (Spagna).



Fare clic sui pulsanti per vedere le informazioni.



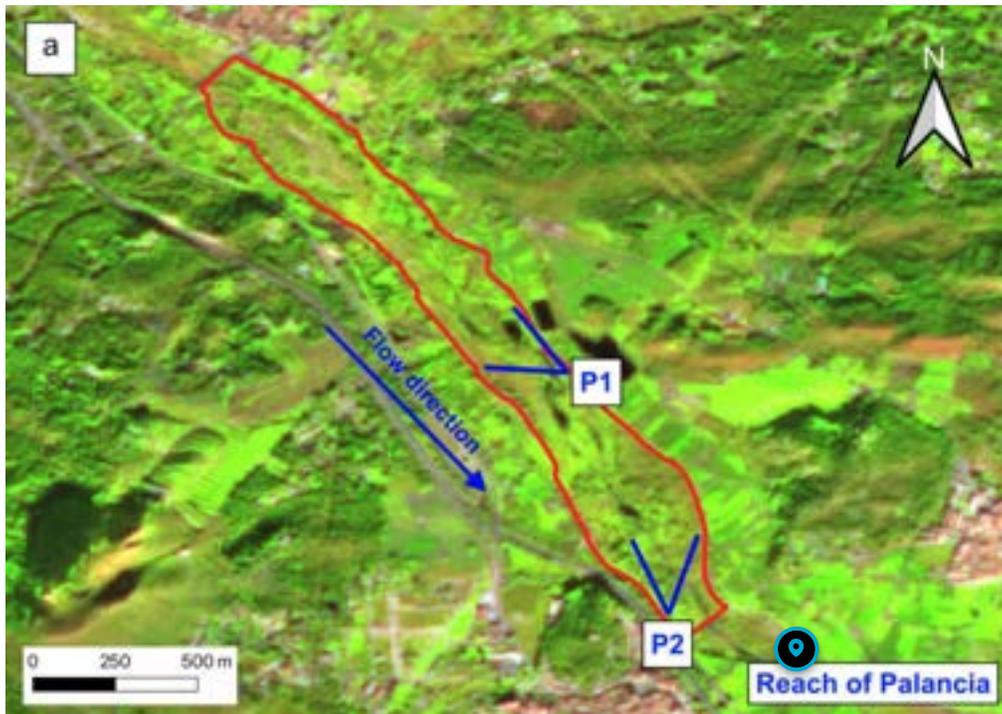


P1



(Fare clic sull'immagine per ingrandirla)

In particolare, in questa figura sono visibili un canale in magra di 15 m di larghezza media (al centro della foto) e una pozza di 40 m di diametro (in alto a destra), superfici d'acqua ben visibili anche dalla FCI.



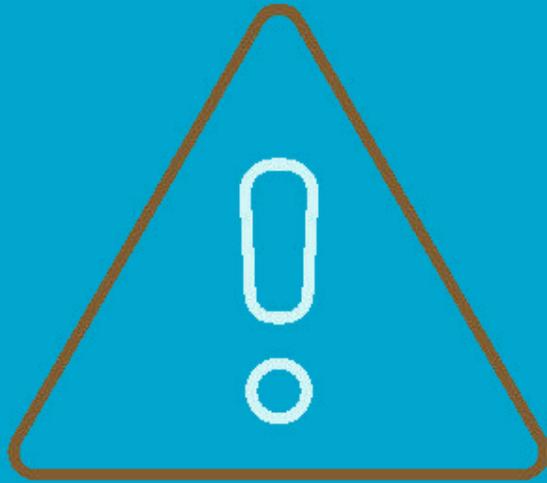
P2



(Clicca sull'immagine per ingrandirla)

Questo dato, invece, riporta una pozza isolata con una larghezza media di 6 m.

a) una FCI di Sentinel-2 del fiume Palancia (Spagna) in condizioni di stagnazione il 16 Dicembre 2022 e relative foto scattate da b) P1 e c) P2 il 17 Dicembre 2022. Foto di Isabelle Brichetto



IMPORTANTE

L'indagine sul campo ha confermato la condizione di non-flusso con pozze d'acqua isolate, che rappresentano lo stato di stagnazione osservabile dalle FCI.

PROSEGUI

2°. Copertura nuvolosa e impossibilità di vedere il fiume

Qual è il **tempo di rivisitazione** di Sentinel-2?

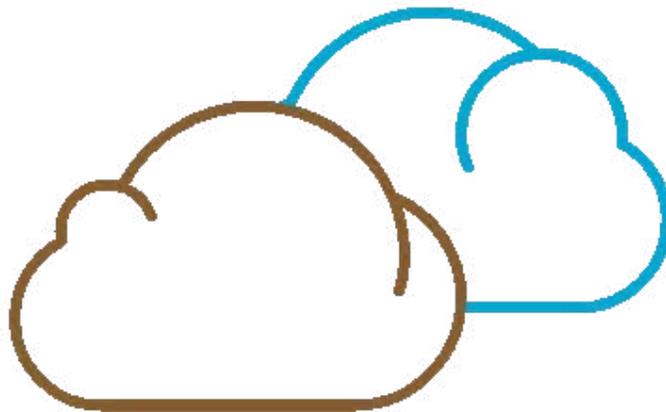


Sentinel-2 ha un tempo di rivisitazione nominale di 5 giorni, garantendo le stesse condizioni di

Grazie alla sovrapposizione tra le immagini che acquisisce, **in alcune zone alle medie latitudini è possibile**

osservazione, sulla maggior parte delle aree globali (escluse le regioni polari in cui è di 10 giorni).

ottenere un'acquisizione ogni 2-3 giorni, con condizioni di osservazione leggermente diverse.



Tuttavia,

a causa della copertura nuvolosa occasionale, che impedisce la classificazione delle condizioni idrologiche, **il tempo di rivisitazione effettivo può essere più lungo.**

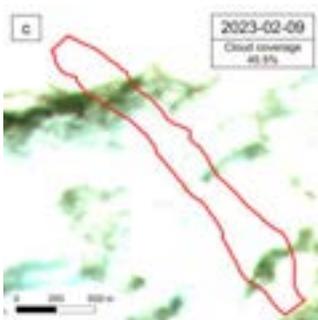
Esempi di FCI in diverse condizioni di copertura nuvolosa per un tratto del fiume Palancia (Spagna)

Nella figura seguente, sono riportati quattro esempi di FCI con diverse coperture nuvolose per un tratto del fiume Palancia (Spagna).

La percentuale di copertura nuvolosa riportata per ogni immagine è relativa all'intera immagine rilevata dal satellite (cioè l'ortoimmagine di 110x110 km²).

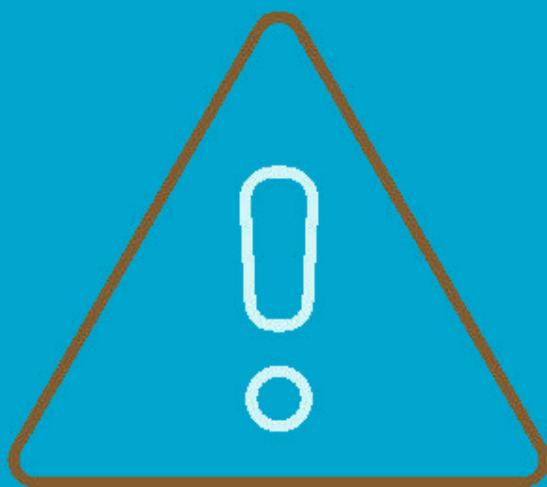


Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



Sentinel-2 in diverse condizioni di nuvolosità per un tratto di studio del fiume Palancia (Spagna),
dalla immagine 30SYJ

Nonostante la prima figura rappresenti una condizione di assenza di nuvole, l'immagine da cui è stata estratta (30SYJ) aveva una copertura nuvolosa del 30.5% (data di acquisizione 15 gennaio 2023). Pertanto, filtrare le immagini di Sentinel-2 in base alla copertura nuvolosa può essere ambiguo se l'interesse riguarda una porzione di questa.



IMPORTANTE

Pertanto, si suggerisce di **escludere le immagini per nuvole solo quando la copertura nuvolosa influisce sulla classificazione delle condizioni idrologiche** per il tratto fluviale selezionato.



PROSEGUI

3°. Ombre e problemi correlati per il rilevamento della presenza di acqua

La presenza di ombre è uno dei principali ostacoli al corretto rilevamento della presenza di acque superficiali.

Esiste un **metodo per rimuovere automaticamente le ombre** dalle immagini FCI?



In letteratura sono riportati diversi metodi per eliminare automaticamente le ombre dalle immagini satellitari multispettrali.

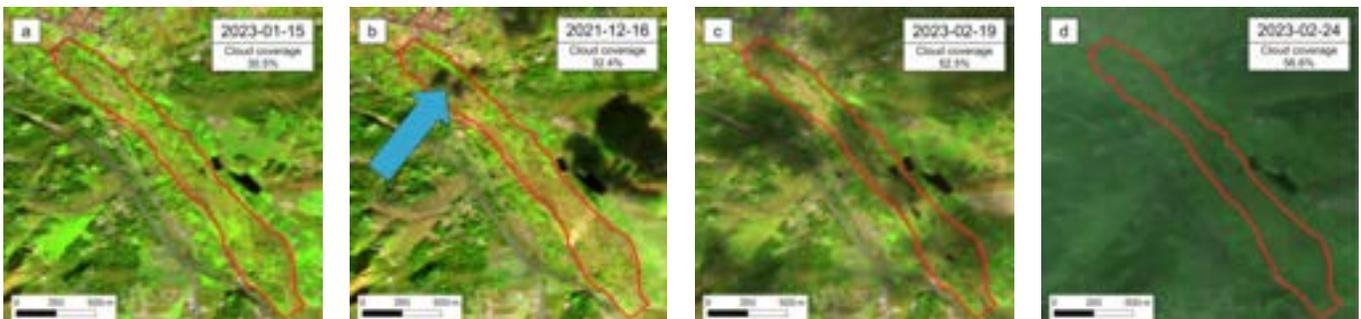
Tuttavia, **questi metodi possono avere limiti nell'applicazione quando nelle immagini è presente anche l'acqua**, in quanto l'acqua condivide caratteristiche spettrali simili a quelle delle ombre.

Infatti, **sia l'acqua che le zone d'ombra presentano una bassa riflettanza**, rendendo i pixel dell'acqua e dell'ombra difficili da distinguere l'uno dall'altro.

La figura mostra **come le ombre delle nuvole che cadono nel corso del fiume possano essere scambiate per acqua**, mentre le altre immagini riportano le diverse estensioni e influenze delle ombre delle nuvole.



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



Le FCI di Sentinel-2 hanno segnalato il problema delle ombre delle nuvole per un tratto di studio del fiume Palancia (Spagna)



Si suggerisce di **osservare con attenzione la presenza di ombre nelle immagini Sentinel-2 selezionate**, facendo attenzione a possibili errori di classificazione dovuti alla presenza di quest'ultime.

Per **una corretta interpretazione delle FCI satellitari occorre considerare anche le** caratteristiche del canale fluviale.



Le piante delle sponde vegetate dei fiumi possono coprire con la loro chioma una porzione del canale attivo o generare ombre che vengono osservate all'interno del canale e che potrebbero essere erroneamente interpretate come acqua.

Nei canali fluviali incisi, le ombre interne possono essere generate direttamente dalle sponde del fiume, a seconda dell'orientamento della radiazione solare al momento dell'acquisizione delle immagini.

Esempi di ombre

In figura la FCI di Sentinel-2 dell'11 ottobre 2022 è associata a foto a terra contemporanee lungo il tratto, fornendo esempi di ombre.





Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.





P1



(Fare clic sull'immagine per ingrandirla)

Esempio di ombre generate dalle sponde del fiume.



P2



(Fare clic sull'immagine per ingrandirla)

Esempio di ombre generate dalla vegetazione.



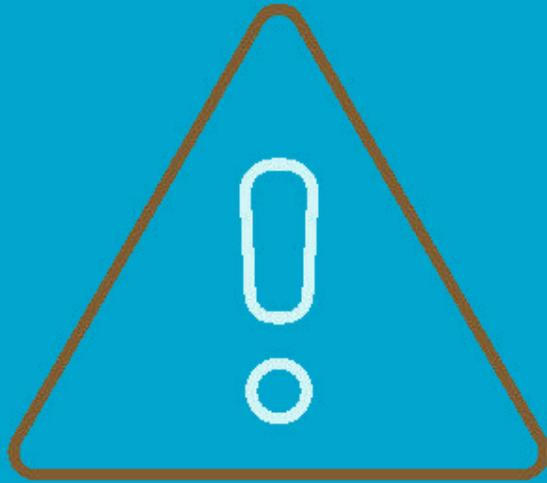
P3



(Fare clic sull'immagine per ingrandirla)

Esempio di ombre che cadono all'interno dell'alveo e che possono essere erroneamente classificate come acqua nelle FCI.

FCI di Sentinel- 2 del fiume Sangone (Italia) l'11 settembre 2022 e relative foto dal luogo delle riprese
b) P1, c) P2, d) P3 scattate l'11 settembre 2022 e che mostrano le ombre delle sponde e della
copertura vegetativa. Foto di Giammarco Manfreda



IMPORTANTE

Le indagini sul campo possono aiutare a capire dove si trovano normalmente le pozze o i ristagni d'acqua nel corso del fiume e dove invece sono presenti le ombre generate dalle sponde del fiume o dalla vegetazione ripariale.

PROSEGUI

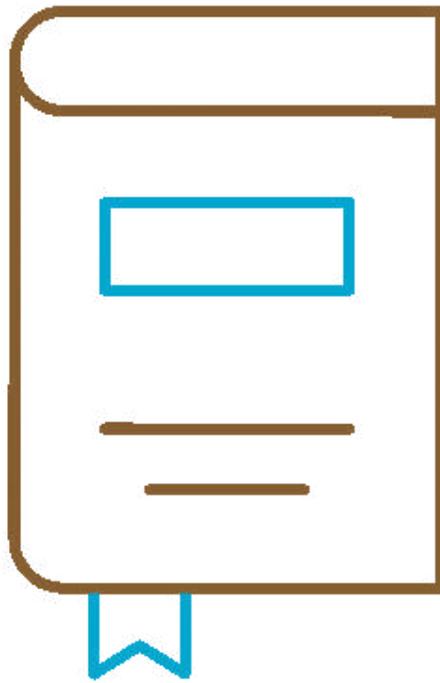
Un caso di studio mediterraneo: Il fiume Palancia



Caso studio

Un caso studio mediterraneo: il fiume Palancia

È il momento di vedere le informazioni fornite applicate a un tratto fluviale!



Il fiume Palancia

Il Palancia è un fiume regolato che scorre nella Spagna orientale nell'area gestita dalla Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ). Ha un bacino di 976 km², per una lunghezza del fiume di 90.7 km, che scorre dalle basse montagne fino al Mar Mediterraneo.

Secondo la classificazione spagnola dei fiumi in base alla temporalità (ordine "ARM/2656/2008", IPH, 2008), è definito 'perenne', nonostante i numerosi prelievi d'acqua a scopo irriguo lo rendano "temporaneo" nei suoi ultimi 25 km.

Ti coinvolgiamo in **una simulazione interattiva online** che presenta immagini dello stesso tratto in diverse condizioni idrologiche.

Osservando e analizzando i componenti del fiume, **acquisirai una comprensione più approfondita del funzionamento dei fiumi temporanei** e dell'impatto sugli ecosistemi.

PROSEGUI

Iniziamo!

Guarda le immagini e rispondi alle seguenti domande.

Le foto rappresentano una porzione del fiume Palancia presso il comune di Gilet: la prima è stata scattata nell'inverno del 2023, in data 20 gennaio 2023, mentre la seconda nella stagione primaverile del 2023, il 16 aprile.



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



Il fiume Palancia a Gilet (Spagna) è stato sottoposto a diverse condizioni idrologiche.

Foto di Isabelle Brichetto

Sulla base di ciò che è visibile nelle immagini:

1

Quale condizione idrologica

attribuisci alle immagini? Perché?
Sei in grado di determinarla con
esattezza?

2

Quale stadio dell'ecosistema, tra

quelli presentati all'inizio del
modulo, attribuisce al segmento
visibile del fiume per ogni data?

Controlla le risposte

Soluzione

Controlla la tua risposta e scopri di più sul tratto navigando sulle piattaforme di osservazione della Terra

Copernicus Browser

- Controlla la tua risposta sulle condizioni idrologiche cercando l'acquisizione Sentinel-2 più vicina alle date di scatto per l'area di interesse.
- Le foto in un singolo punto non sono sufficienti per valutare la condizione idrologica di un tratto fluviale idro-morfologicamente omogeneo, che è la scala in cui deve essere effettuata la classificazione.
- Per le foto date, la porzione di fiume da prendere in considerazione durante la navigazione sul Copernicus Browser è il tratto del Palancia tra i comuni di Albalat dels Tarongers e Gilet (Spagna).
- Una volta ricercata l'area e selezionata una data, è necessario personalizzare la visualizzazione per vedere le immagini in falsi colori con la combinazione di bande B11-B8-B4.



Google Maps

È possibile osservare il fiume anche su Google Maps, impostando la mappa di base satellitare.



Google Earth Pro

In alternativa, è possibile esplorare la portata del fiume dall'app Google Earth Pro.

Utilizzando questa applicazione, è possibile visualizzare ortofoto scattate in date diverse, navigando nella cronologia di acquisizione.



Fare clic sui link per aprirli i siti web.

Copernicus Browser

[VAI AL SITO WEB](#)

Google Maps

[VAI AL SITO WEB](#)

Google Earth Pro

[VAI AL SITO WEB](#)

[PROSEGUI](#)

Quiz

È il momento di mettere alla prova ciò che hai imparato!

Seleziona la risposta migliore per ogni domanda in base alla tua comprensione del riconoscimento delle fasi e agli scenari presentati nella simulazione.

È necessario rispondere correttamente a tutte le domande per continuare il corso.

Domanda

01/05

Nella fase di stagnazione...

- La falda è sempre connessa al fiume.
- Un gruppo di specie può riprodursi.
- Tutte le specie muoiono.

Domanda

02/05

L'andamento in secca dei fiumi temporanei rinnova l'habitat della fauna TSAI?

Vero

Falso

Domanda

03/05

Cosa succede all'ecosistema nel passaggio da una condizione idrologica di flusso continuo a una di stagnazione?

- Il biota acquatico muore e gli TSAI colonizzano il letto del fiume.
- Il biota acquatico si sposta verso le zone di rifugio e la vegetazione terrestre cresce nelle aree di prosciugamento dell'alveo fluviale.
- Il biota acquatico si sposta verso i rifugiati e le TSAI colonizzano le aree di prosciugamento del letto del fiume.

Domanda

04/05

Nell'immagine in falsi colori di Sentinel-2, l'acqua di superficie appare:

- Difficile da distinguere dalla vegetazione e dai sedimenti.
- In toni scuri di colore.
- In colore verde-blu.

Domanda

05/05

Le pozze isolate con una larghezza media compresa tra 6 e 10 m sono...

- Rilevate solo se rappresentano una parte del canale a basso flusso.
- Non sempre vengono rilevate, a seconda del posizionamento relativo rispetto alla griglia di pixel.
- Sempre rilevate, grazie alla loro visibilità nell'immagine in falsi colori.

Riferimenti bibliografici



Riferimenti bibliografici

Nello sviluppo di qualsiasi corso accademico, i riferimenti bibliografici giocano un ruolo cruciale fornendo il necessario supporto teorico e pratico per il materiale insegnato.

I riferimenti non solo rafforzano la credibilità dei materiali di studio, ma consentono agli studenti di approfondire gli argomenti trattati, acquisendo una

Questa serie di riferimenti è stata accuratamente selezionata per fornire una solida base di conoscenza, comprendendo

comprensione più profonda dei concetti chiave e scoprendo nuove prospettive.

una varietà di fonti, tra cui libri, articoli accademici, ricerche recenti e risorse digitali.



Ci auguriamo che questi riferimenti siano uno strumento prezioso per l'apprendimento, favorendo una comprensione completa e critica degli argomenti affrontati in questo corso.

Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Veza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

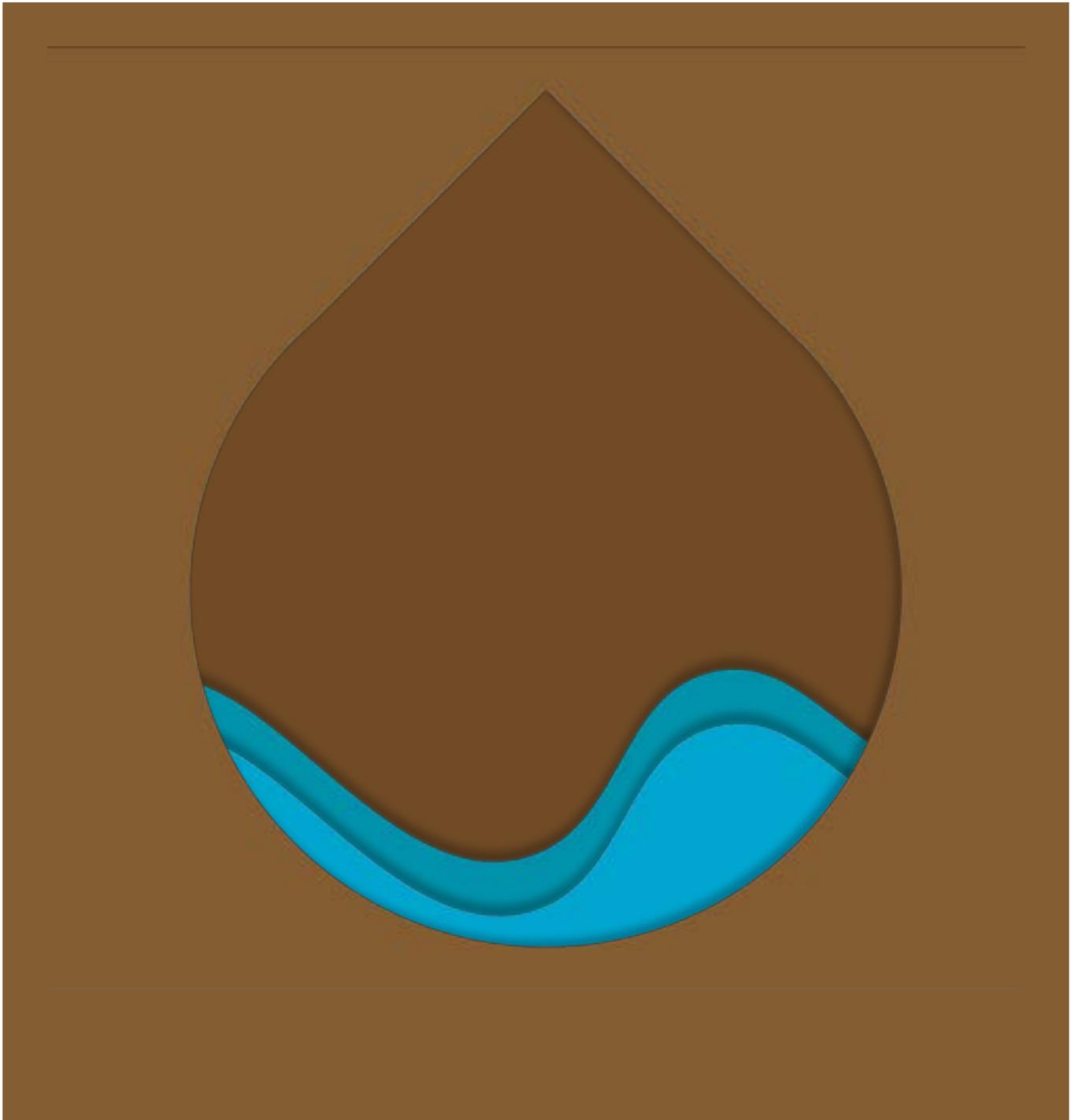
EO Browser, <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>, Sinergise Ltd.

IPH. (2008). Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica. Ministerio de Medio Ambiente, Y Medio Rural Y Marino. BOE (Boletín Oficial Del Estado), 229, 38472–38582.

Steward, A. L., Datry, T., & Langhans, S. D. (2022). The terrestrial and semi-aquatic invertebrates of intermittent rivers and ephemeral streams. *Biological Reviews*, 97(4), 1408–1425.

PROSEGUI

Fine



Congratulazioni!

Hai **completato** questo modulo.

Ci auguriamo che questo viaggio abbia migliorato le tue conoscenze sul funzionamento ecologico dei fiumi temporanei e sul modo di classificare facilmente le condizioni idrologiche (flusso continuo, stagnazione e secca) utilizzando le immagini satellitari.

La tua capacità di classificare le immagini Sentinel-2 ti sarà utile quando utilizzerai il Temporary River Classifier (TRC) nel Modulo 4!

Passiamo al modulo 4!

MODULO 4: Un classificatore web per fiumi temporanei



 Co-funded by the European Union



 Co-funded by the European Union

Questo modulo ti insegnerà a utilizzare lo strumento di classificazione RiverTemp, disponibile online sul web.

INIZIAMO!

1. OBIETTIVI. COMPETENZE ATTESE



Obiettivi e Competenze attese

2. LINK. REGISTRAZIONE. ACCESSO. PAGINA INIZIALE



Link al River Temp Classifier



Registrazione



Login (Accesso)



Homepage (Pagina iniziale)

3. ESPLORA LE IMMAGINI SENTINEL-2



Esplora la mappa



Classificazione delle immagini satellitari



Riprendi o modifica una delle tue classificazioni



Visualizza i dati registrati



Aree di Interesse

4. ESPORTA LE CLASSIFICAZIONI



Esporta le classificazioni

5. FINE



Fine

Obiettivi e Competenze attese



I **3 Obiettivi e Competenze Attese** di questo modulo sono i seguenti:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

1



2



3



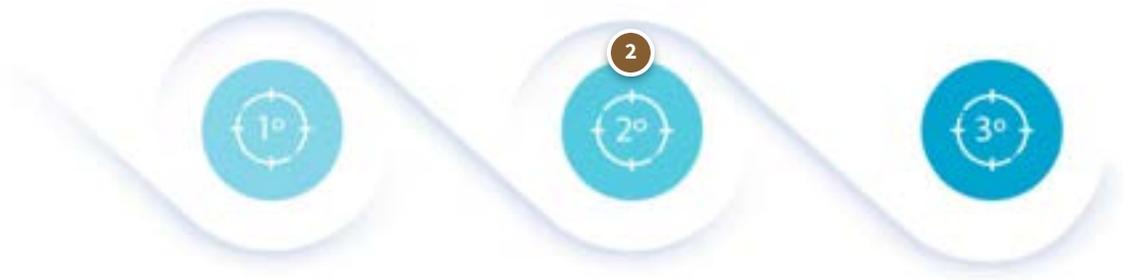
7



T

1

Crea un account per l'applicazione web, **Classificatore di Fiumi Temporanei ("Temporary River Classifier", TRC)**.



T

2

Esplora le **capacità** e **potenzialità** del **TRC**.



3

Familiarizzare con l'uso di questa **Applicazione web**.

PROSEGUI

Link al River Temp Classifier



**La prima cosa da fare è accedere al sito web
dell'applicazione.**



Fare clic sul pulsante per iniziare la registrazione all'applicazione.

River Temp Classifier

WEB

PROSEGUI

Registrazione

Per **registrarsi** è necessario compilare i seguenti campi:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

The image shows a mobile application interface for 'rivertemp'. At the top, the logo 'rivertemp' is displayed in white and blue. Below it, the title 'Sign Up' is shown. The form contains four input fields: 'Username' (with 'user123' entered), 'Email' (with 'user123@gmail.com' entered), 'Password' (with masked characters), and 'Confirm Password' (with masked characters). A blue water drop icon is positioned to the right of each input field. At the bottom left, there is a blue button labeled 'Sign Up' and a white button labeled 'Back'. A grey circle highlights the 'Sign Up' button. To the right of the form, there are four white circular indicators, each with a small brown dot in the center, arranged vertically.

rivertemp

Sign Up

Username
user123

Email
user123@gmail.com

Password

Confirm Password

Must be same as password

[Sign Up](#) [Back](#)

Username (Nome utente)

Inserire il proprio username.

È il nome pubblico che apparirà nei poligoni da te creati.

rivertemp

Sign Up

Username
user123

Email
user123@gmail.com

Password

Confirm Password

Must be same as password

[Sign Up](#) [Back](#)

Sign Up (Registrazione)

Fare clic sul pulsante **Sign Up** e controlla l'e-mail per la «Email Verification» («Email di Verifica»).

rivertemp

Sign Up

Username
user123

Email
user123@gmail.com

Password

Confirm Password

Must be same as password

[Sign Up](#) [Back](#)

Email

A questo indirizzo e-mail arriverà un messaggio per completare il processo di registrazione.



Sign Up

Username
user123

Email
user123@gmail.com

Password

Confirm Password

Must be same as password

[Sign Up](#) [Back](#)

The image shows a 'Sign Up' form for 'rivertemp'. It features four input fields: Username (filled with 'user123'), Email (filled with 'user123@gmail.com'), Password (masked with '*****'), and Confirm Password (masked with '*****'). A note below the Confirm Password field states 'Must be same as password'. At the bottom, there are 'Sign Up' and 'Back' buttons. The background is a blurred image of a river at dusk. A blue water drop icon is positioned to the right of each input field. A small circular icon with a white center and a brown border is located to the right of the form.

Password

La lunghezza minima della password è di 8 caratteri.



Sign Up

Username
user123

Email
user123@gmail.com

Password

Confirm Password

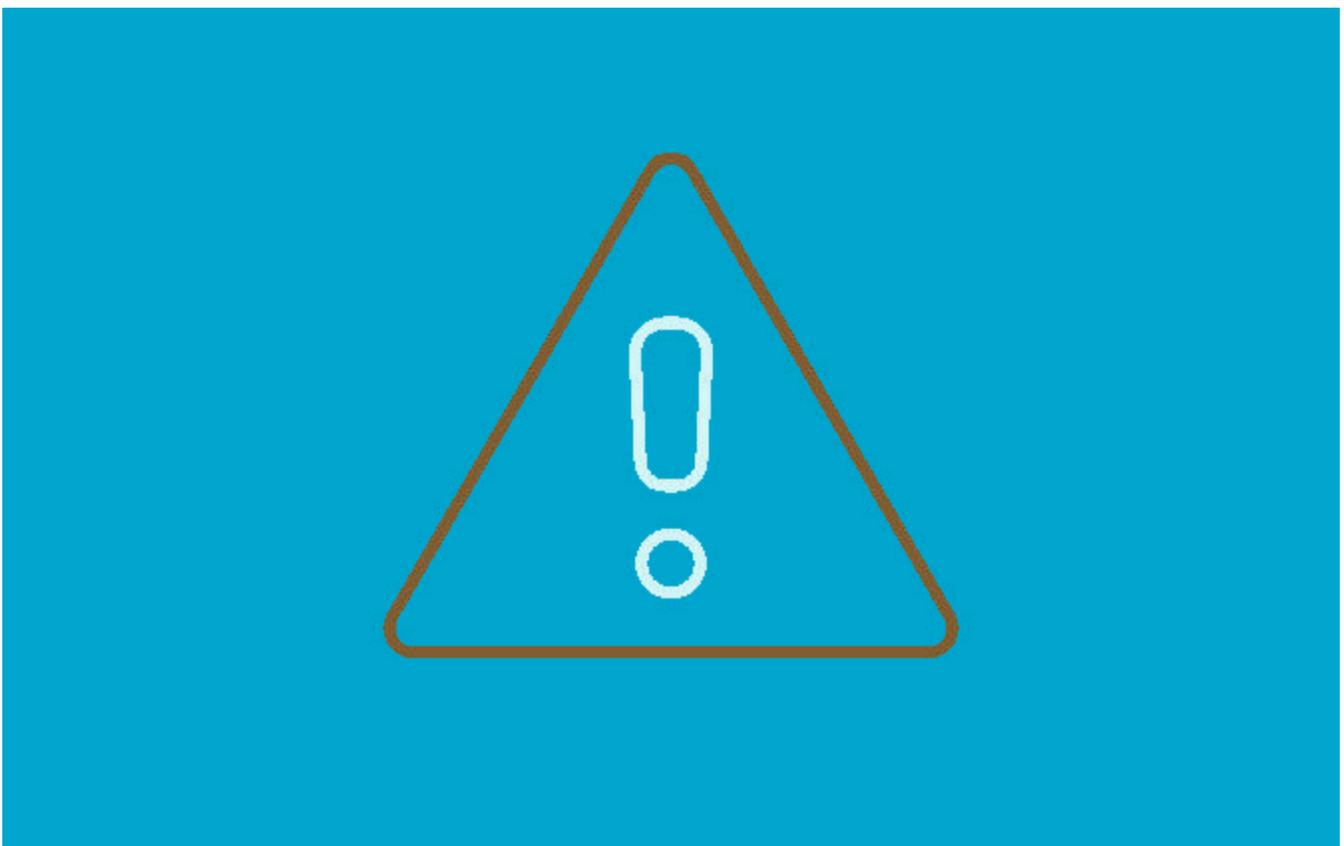
Must be same as password

[Sign Up](#) [Back](#)

The form is set against a background image of a river and trees. Four blue water drop icons are positioned to the right of the input fields. A small circular icon with a white center is located to the right of the form.

Conferma la Password

Reinserire la password per convalidarla.

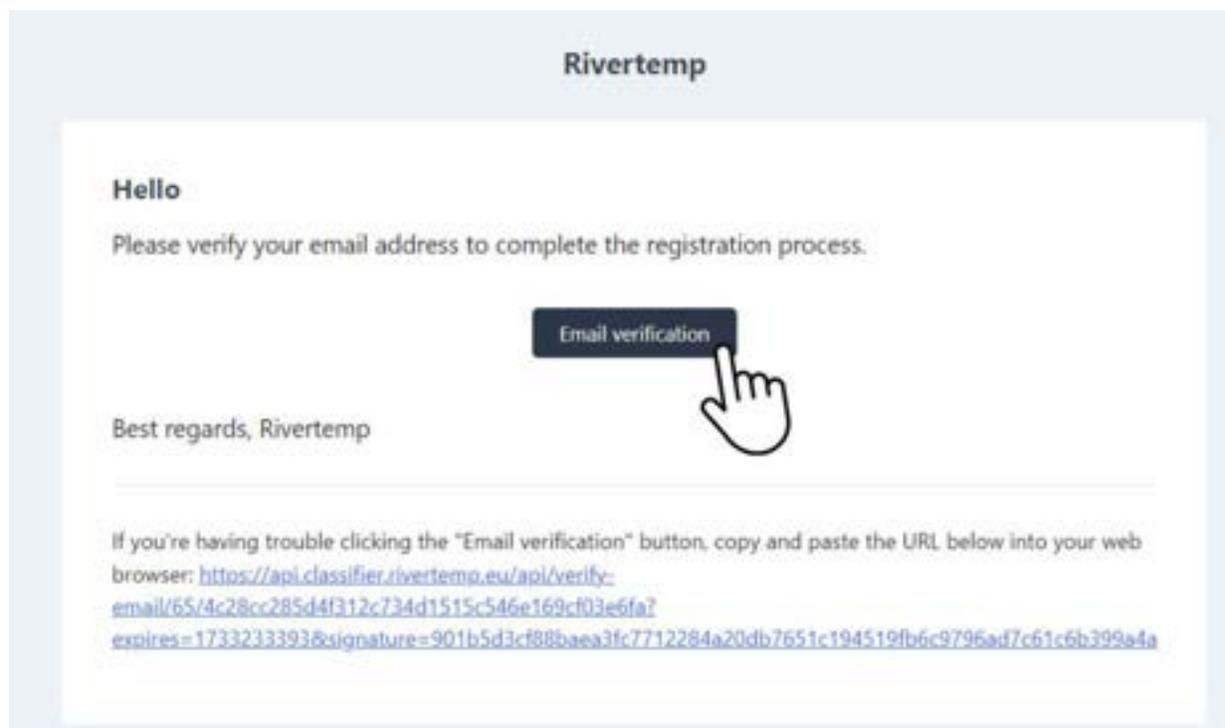


IMPORTANTE

Rimani sintonizzato perché un'e-mail apparirà a breve nella tua casella di posta elettronica. Per completare il processo di registrazione, è necessario fare clic sul pulsante Email Verification:



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Il link nell'E-mail di Verifica reindirizzerà alla pagina di
accesso.

PROSEGUI PER LA PAGINA DI ACCESSO

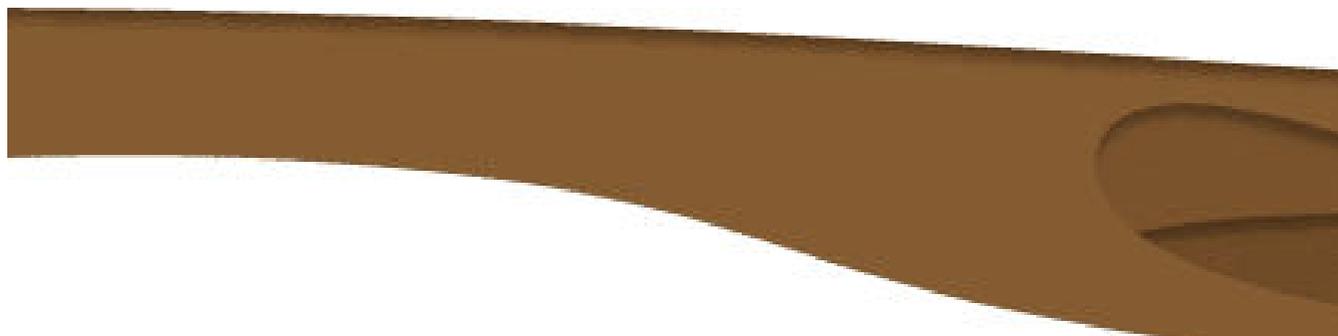
Login (Accesso)



Fare clic sul pulsante per aprire la pagina web.

**L'e-mail di conferma ti reindirizza
direttamente al sito web:**

WEB





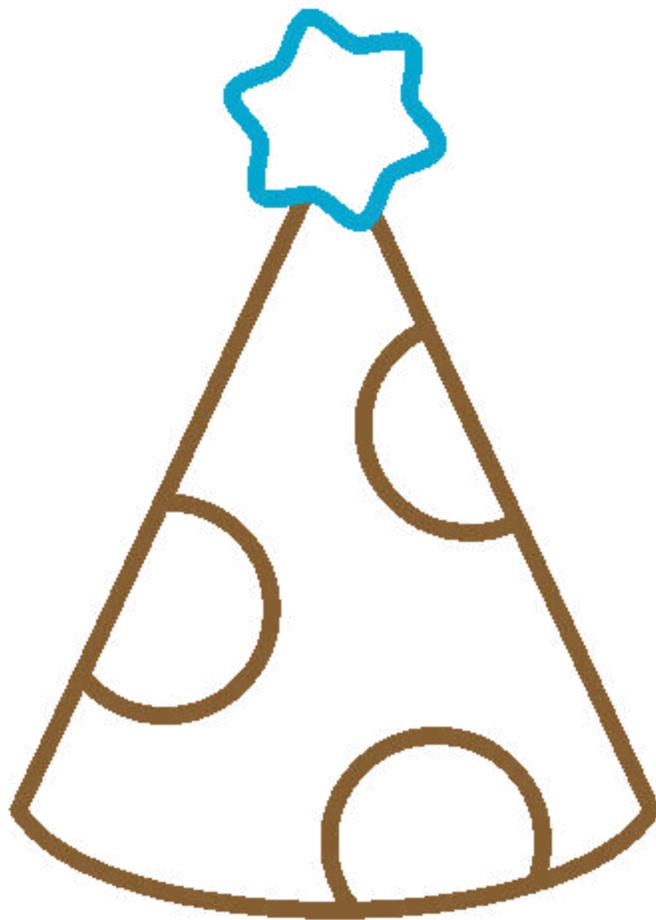
Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Inserire le credenziali e cliccare il pulsante **Log In** per accedere all'applicazione web.

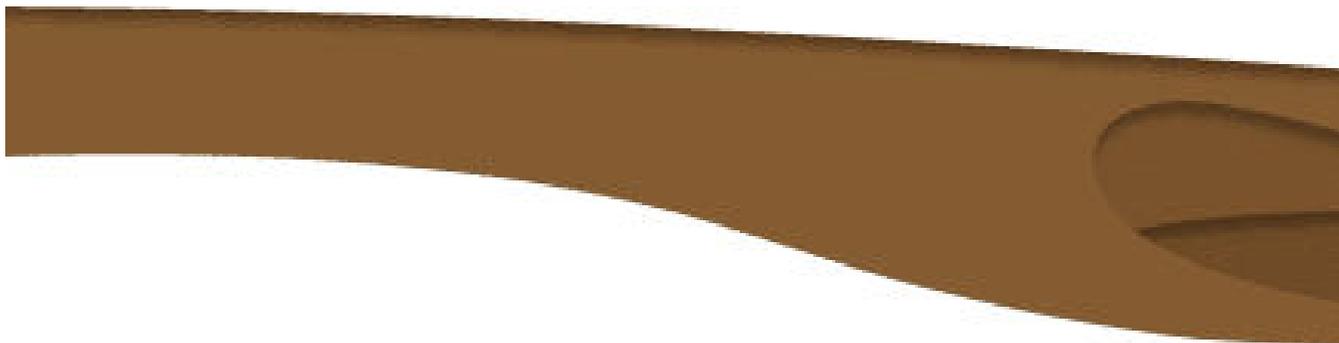
PROSEGUI

Homepage (Pagina iniziale)

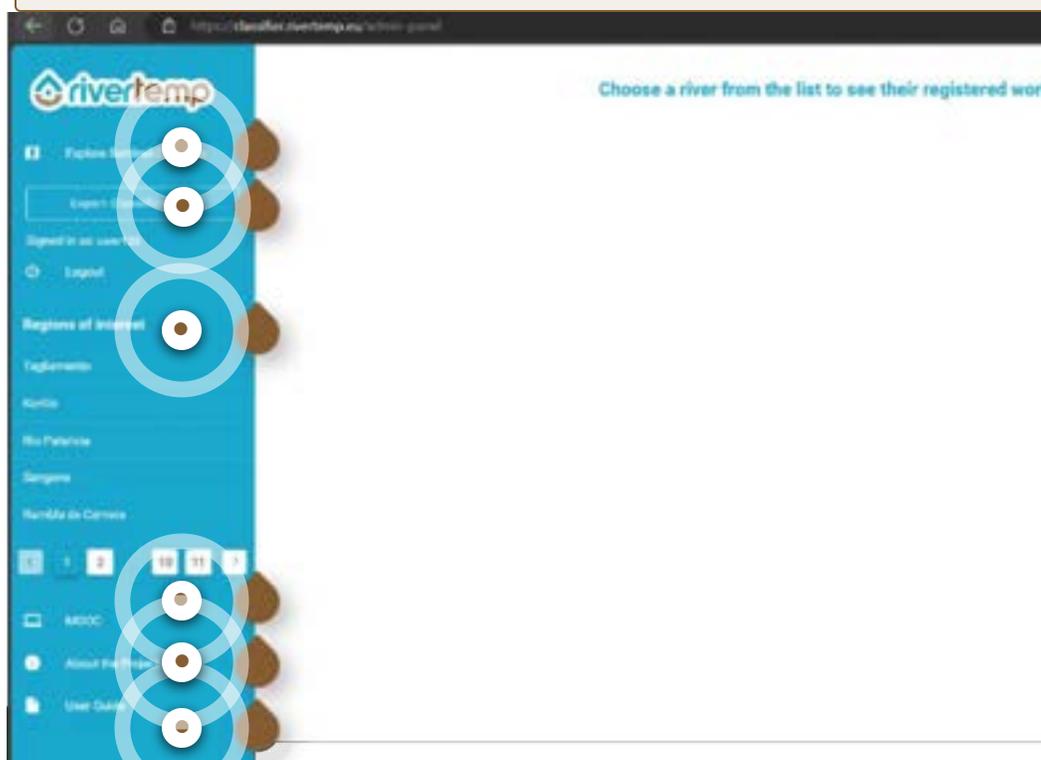


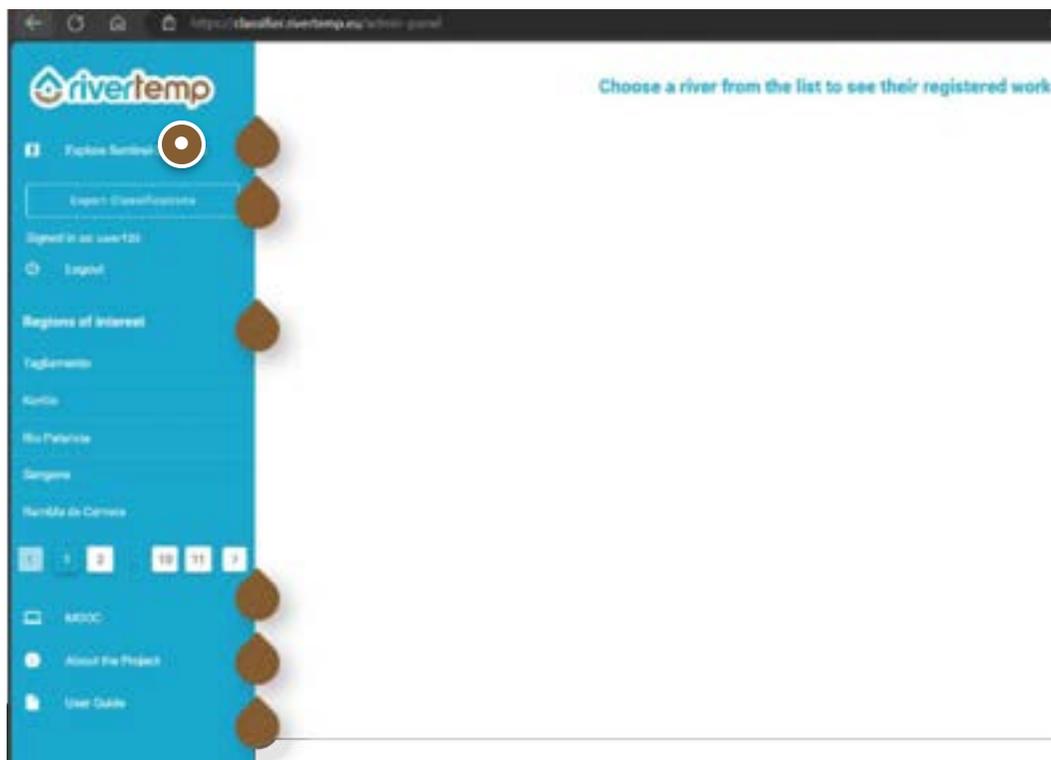
Congratulazioni!

Sei riuscito ad accedere alla homepage dell'applicazione web.



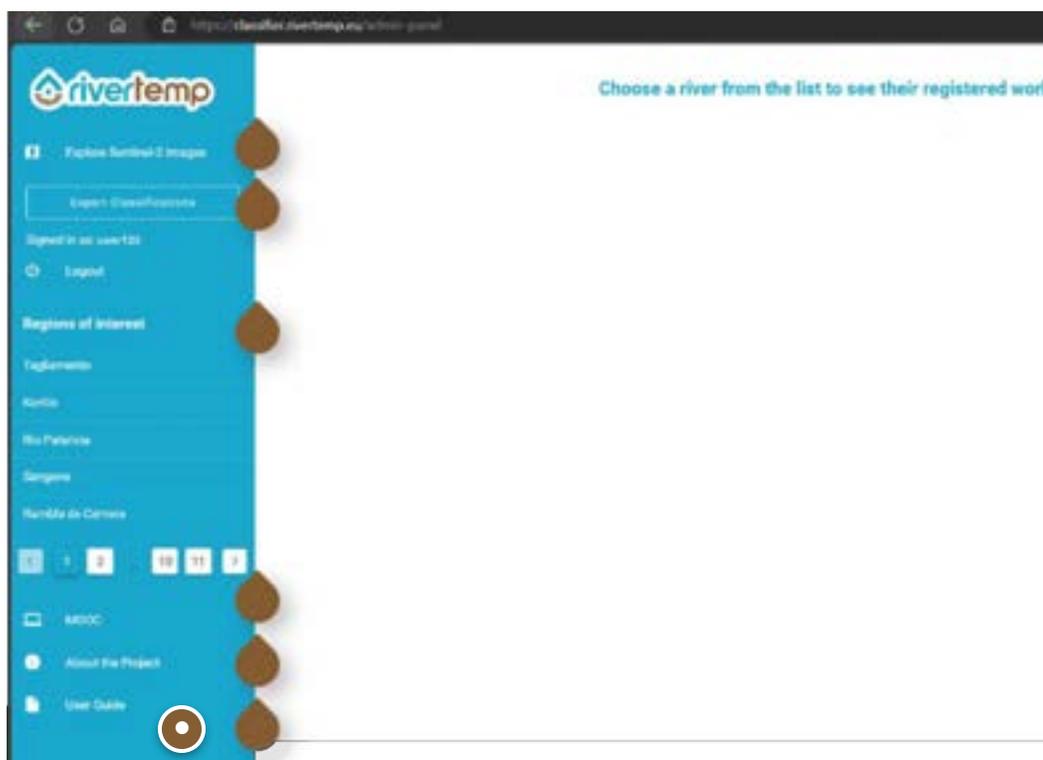
 **Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.**





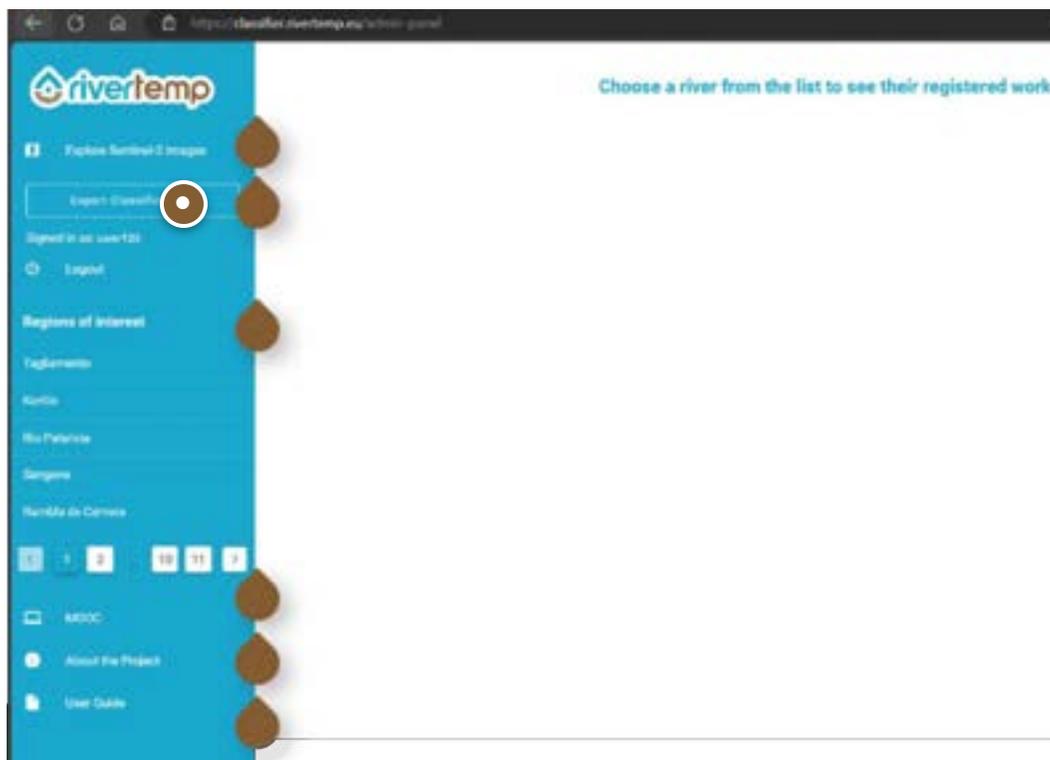
Esplora le immagini Sentinel-2

Fare clic sul pulsante **Explore Sentinel-2 Images (Esplora le immagini Sentinel-2)** per aprire la mappa.



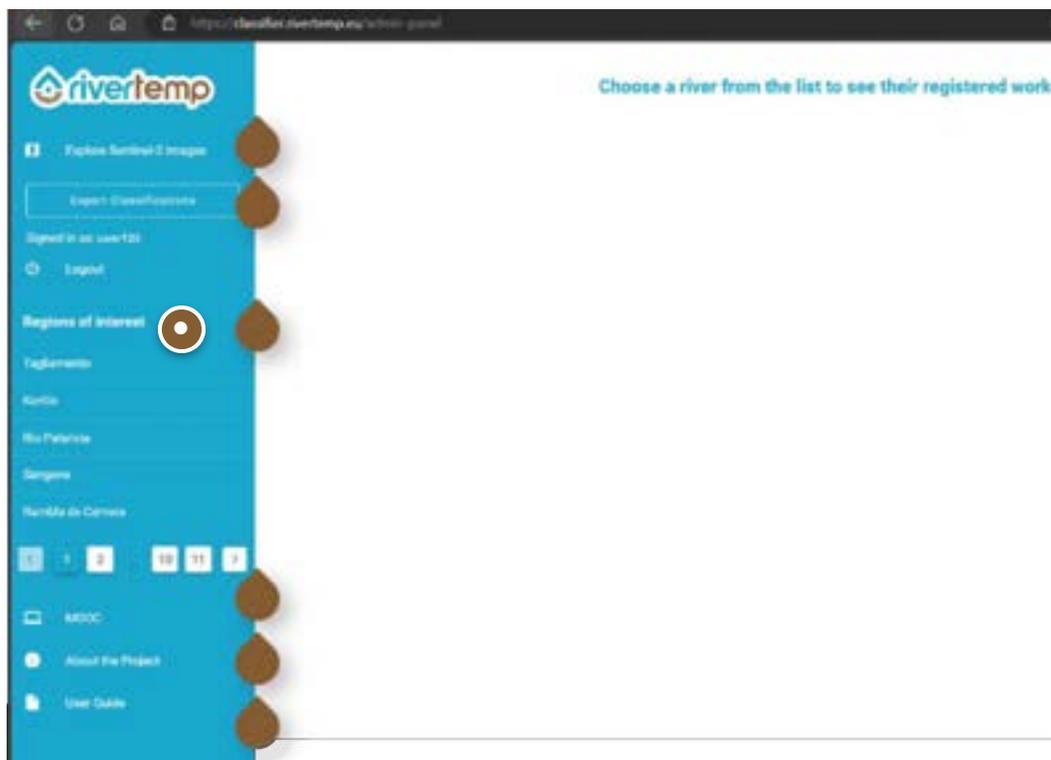
Guida per l'utente

Fare clic sul pulsante **User Guide (Guida per l'utente)** per scaricare il pdf della Guida per l'Utente di questa applicazione web.



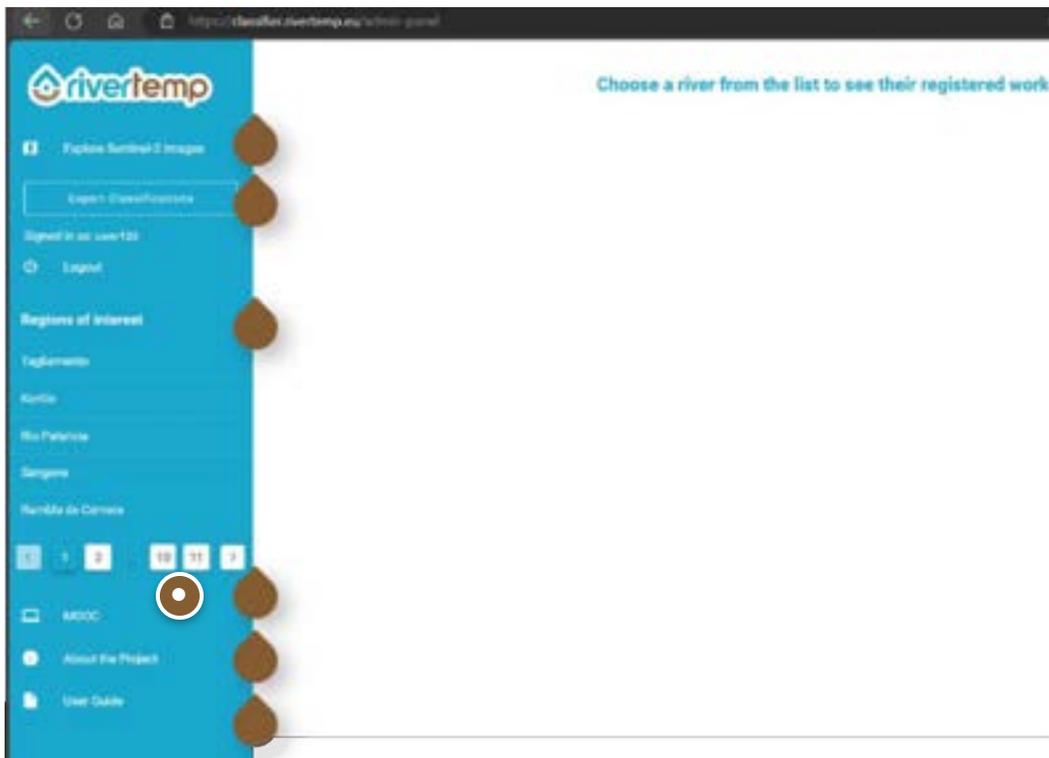
Esporta Classificazione

Fare clic sul pulsante **Export Classifications (Esporta Classificazioni)** per scaricare i dati di classificazione che sono salvati nell'applicazione web.



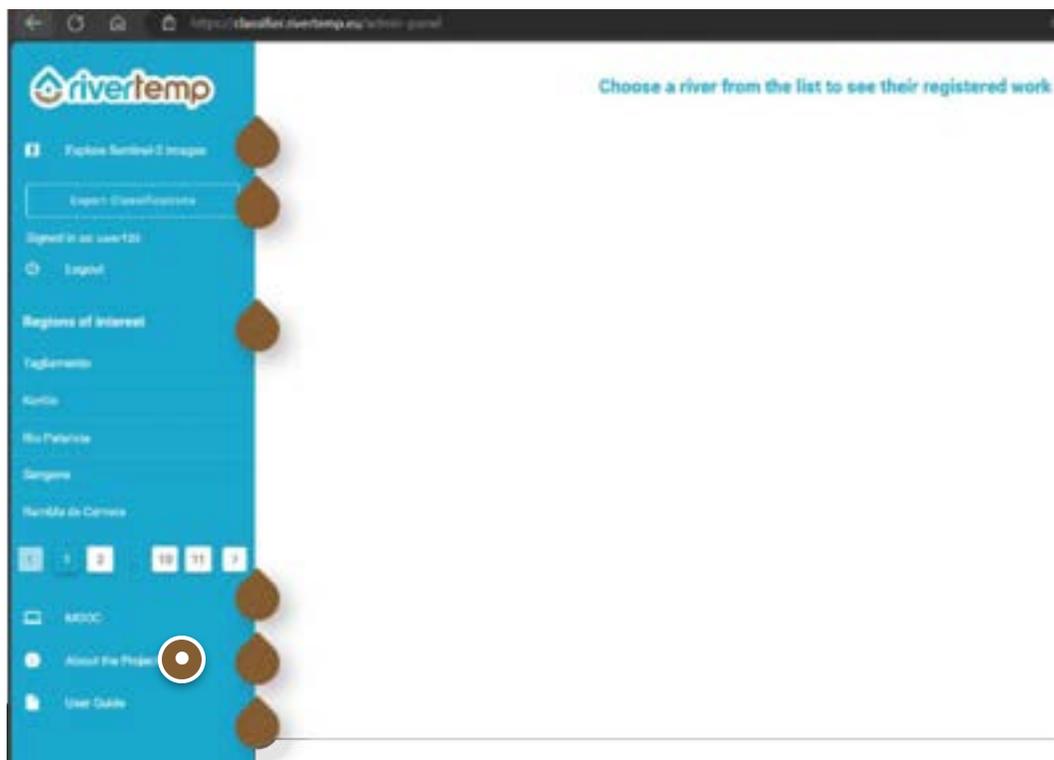
Aree di interesse

Esplora le **Region of Interest (ROI, dette Aree di Interesse)** già classificate.



MOOC

Fare clic sul pulsante **MOOC** per accedere al corso online ed esplora i moduli sulla piattaforma di RiverTemp.



Il Progetto

Fare clic sul pulsante **About the Project (Il Progetto)** per esplorare il sitoweb del progetto RiverTemp.

PROSEGUI PER LA MAPPA

Esplora la mappa



Per accedere alla mappa dalla home page, fare clic sul pulsante [Explore Sentinel-2 Images](#):



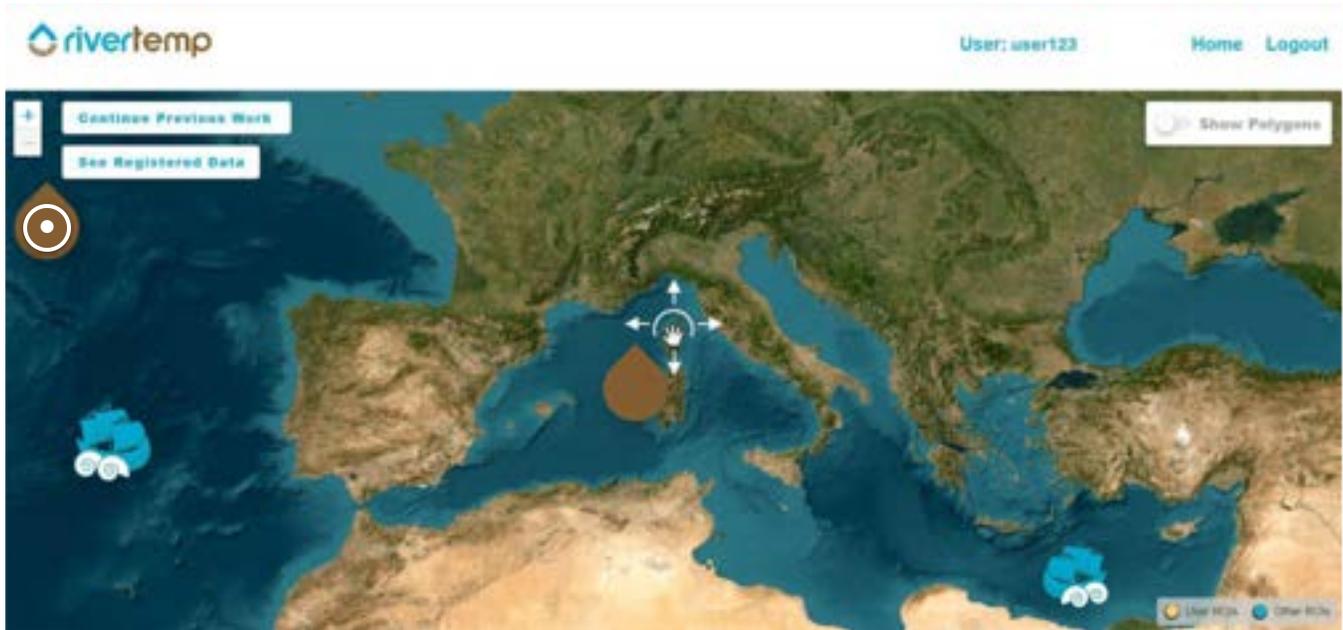
È possibile esplorare la mappa per trovare e classificare un tratto di fiume temporaneo:

PROSEGUI



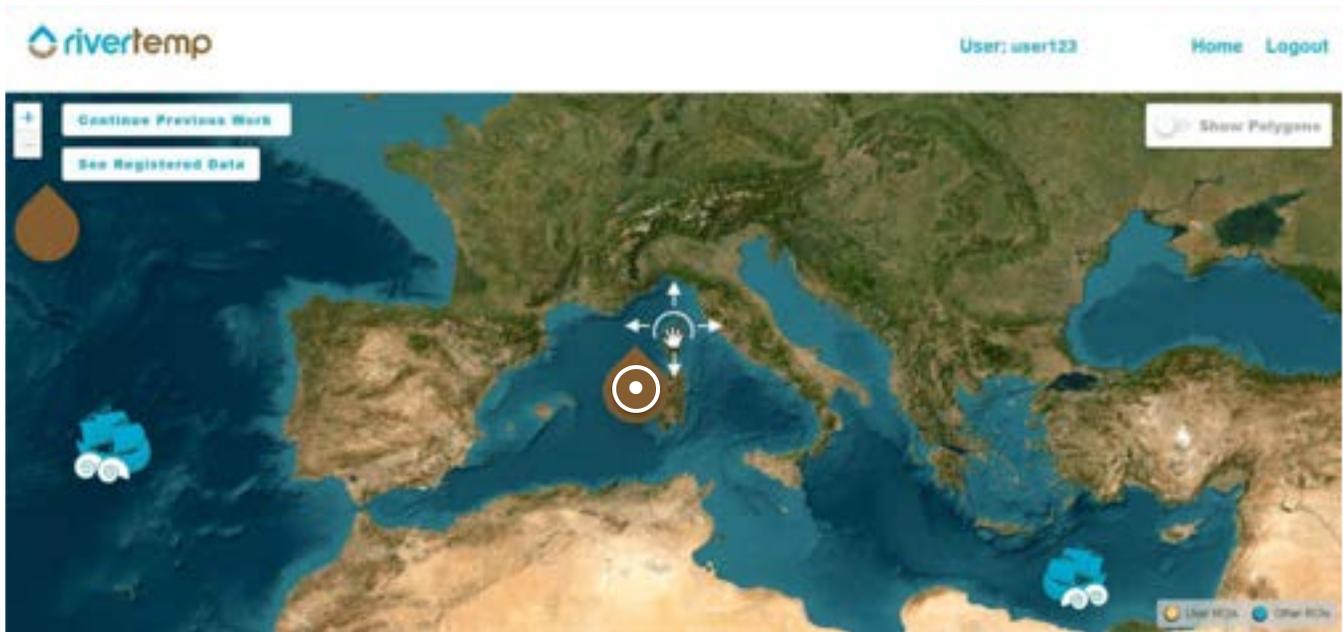
Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.





Zoom avanti e Zoom indietro

Fai zoom in avanti per far apparire il reticolo idrografico globale.



Se si tiene premuto il tasto sinistro del mouse, è possibile spostarsi sulla mappa globale.

Ora **ingrandisci l'area sulla mappa** che ti interessa finché non appaiono i fiumi:



Fare clic sui pulsanti per vedere le informazioni.





Disegna un poligono

Questo pulsante permette di **disegnare** i poligoni (anche detti **ROIs**).



Poligoni

Questo **poligono** appare sulla mappa quando l'interruttore **Show Polygons (Mostra i Poligoni)** è attivo.

In **blu** appaiono i poligoni creato da un altro utente. Quelli da te creati saranno in **giallo** in modo da permettere di distinguerli.



Legenda

Legenda per distinguere i tuoi poligoni (anche detti **ROIs**) da quelli creati da altri utenti.



Show Polygons (Mostra i Poligoni)

Con questo interruttore puoi **far apparire o nascondere i poligoni** sulla mappa.

Questo pulsante **si attiva quando ingrandendo la mappa.**



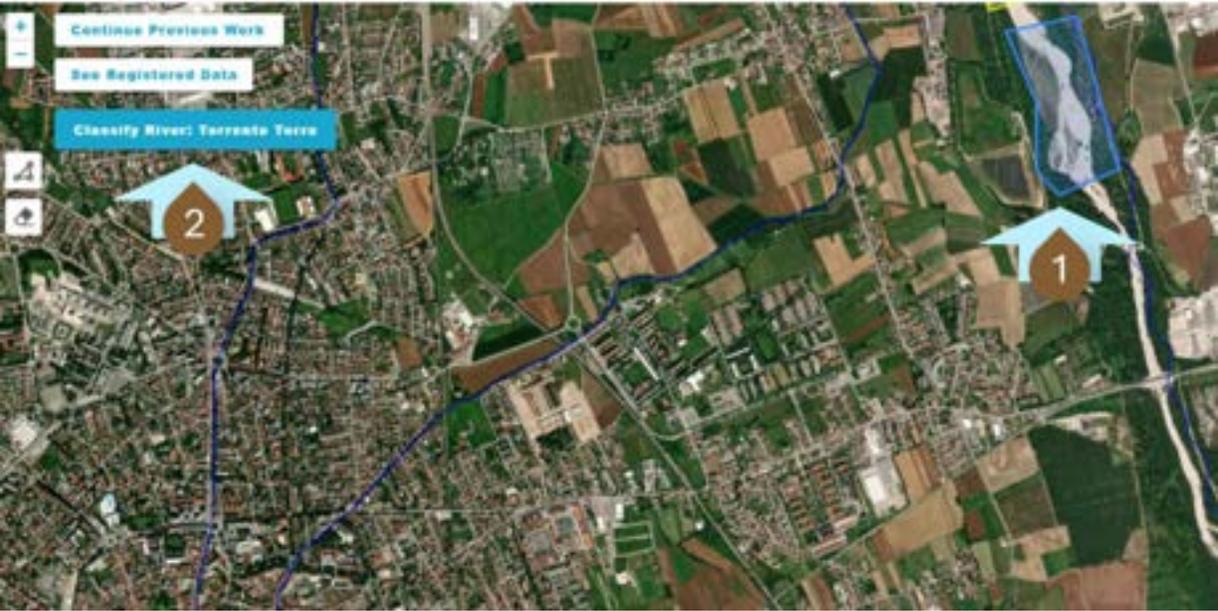
Cancella i poligoni

Questo pulsante permette di **cancellare** i poligoni.

Dopo aver disegnato un poligono (1), per i fiumi europei, il nome del fiume viene automaticamente riconosciuto (2):



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



PROSEGUI

Classificazione delle immagini satellitari

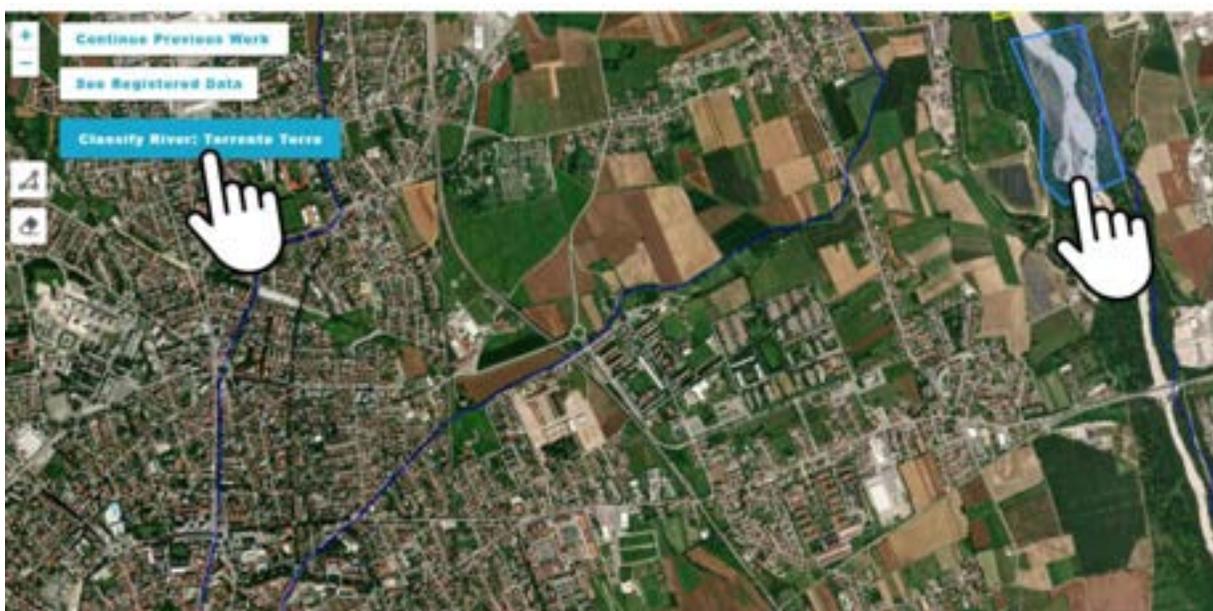
Inizio

Per iniziare la classificazioni delle immagini satellitari

fare clic sul poligono o nel riquadro blu dove vi è scritto **Classify River (Classifica il fiume)**.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



PROSEGUI

1

Selezione dell'intervallo temporale

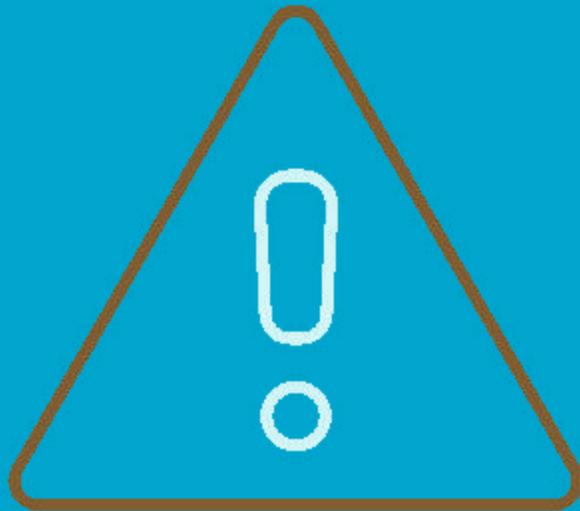
Una finestra apparirà automaticamente per poter selezionare **l'intervallo di date:**

1 Select Date Range -

1/1/2022 - 1/9/2022

Today
Yesterday
This month
This year
Last month

< Aug 2022 >							< Sep 2022 >								
W	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	W	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
30	31	1	2	3	4	5	6	34	28	29	30	31	1	2	3
31	7	8	9	10	11	12	13	35	4	5	6	7	8	9	10
32	14	15	16	17	18	19	20	36	11	12	13	14	15	16	17
33	21	22	23	24	25	26	27	37	18	19	20	21	22	23	24
34	28	29	30	31	1	2	3	38	25	26	27	28	29	30	1
35	4	5	6	7	8	9	10	39	2	3	4	5	6	7	8



IMPORTANTE

Non è possibile scegliere un intervallo troppo lungo.

Per evitare un caricamento di troppe immagini, è stato definito un massimo di 250 giorni come intervallo massimo.

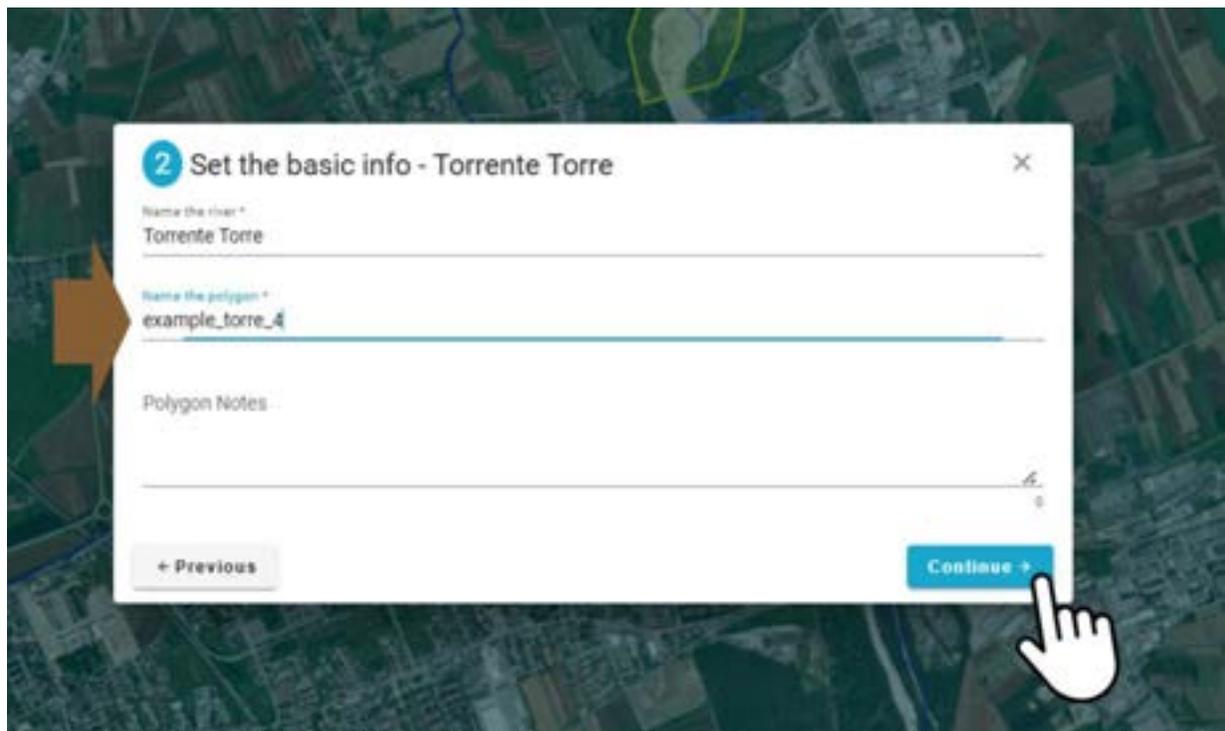
PROSEGUI

2

Impostazione delle informazioni di base

Se europeo, il campo **per il nome del fiume (Name the river)** è automaticamente compilato.

Dai un nome al poligono nel campo "Name the polygon" e, eventualmente, **aggiungi alcuni commenti in "Polygon Notes"**. Dopo, fai clic sul pulsante **Continue (Prosegui)**:



2 Set the basic info - Torrente Torre

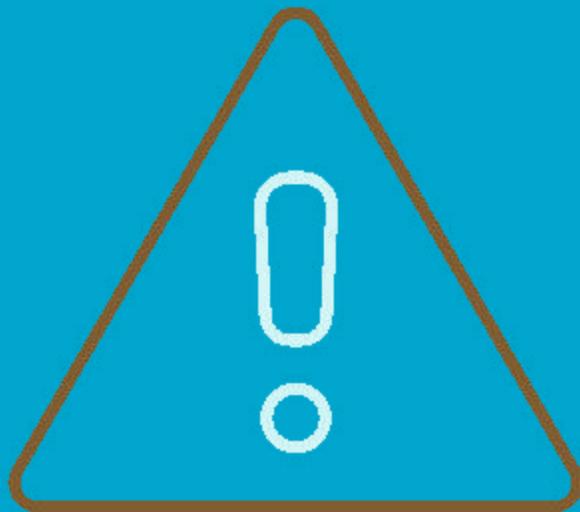
Name the river *
Torrente Torre

Name the polygon *
example_torre_4

Polygon Notes

+ Previous

Continue +



IMPORTANTE

Un pop-up di errore ti informerà se nessuna immagine satellitare è disponibile per il tratto nell'intervallo di date selezionate o se il poligono disegnato è troppo grande.

Classificazione dell'immagine

Sii paziente. Potrebbe volerci un po' di tempo, ma alla fine apparirà la seguente schermata:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

3 Classify the image - Torrente Torre

Set satellite image metadata

Get satellite image for the selected date and set its metadata

1
 False Color / (B11-B3-B4) True Color / (B4-B3-B2) 4

2

3

5

6
 7

Other Metadata

User: user123	River: Torrente Torre	Sat. Download Date: 2024-12-04
Polygon Name: esempio_south_4	Polygon Notes:	

8



3 Classify the image - Torrente Torre

Set satellite image metadata

Get satellite image for the selected date and set its metadata

Select a date
2022-07-02

Hydrological condition *

Notes

Ground truth image

Other Metadata

User: user123	River: Torrente Torre	Sat. Download Date: 2024-12-04
Polygon Name: example_torre_4	Polygon Notes:	

False Color / (B11-B9-B4) True Color / (B4-B3-B2)

Save

← Previous



Seleziona la data da classificare

Dal menù a tendina, puoi trovare ogni immagine nell'intervallo temporale scelto precedentemente.

3 Classify the image - Torrente Torre

Set satellite image metadata

Get satellite image for the selected date and set its metadata

Enter a date
2022-07-02

Hydrological condition *

Notes

Ground truth image

Other Metadata

User: user123	River: Torrente Torre	Sat. Download Date: 2024-12-04
Polygon Name: example_torre_4	Polygon Notes:	

False Color / (B11-B3-B4) True Color / (B4-B3-B2)

5



Previous

Osservazioni in campo

È possibile caricare foto sul campo per confermare la classificazione.

3 Classify the image - Torrente Torre

Set satellite image metadata

Get satellite image for the selected date and set its metadata

Select a date
2022-07-02

Hydrological condition *

Notes

Ground truth image

Other Metadata

User: user123	River: Torrente Torre	Sat. Download Date: 2024-12-04
Polygon Name: example_torre_4	Polygon Notes	

False Color / (B11-B3-B4) True Color / (B4-B3-B2)

Save

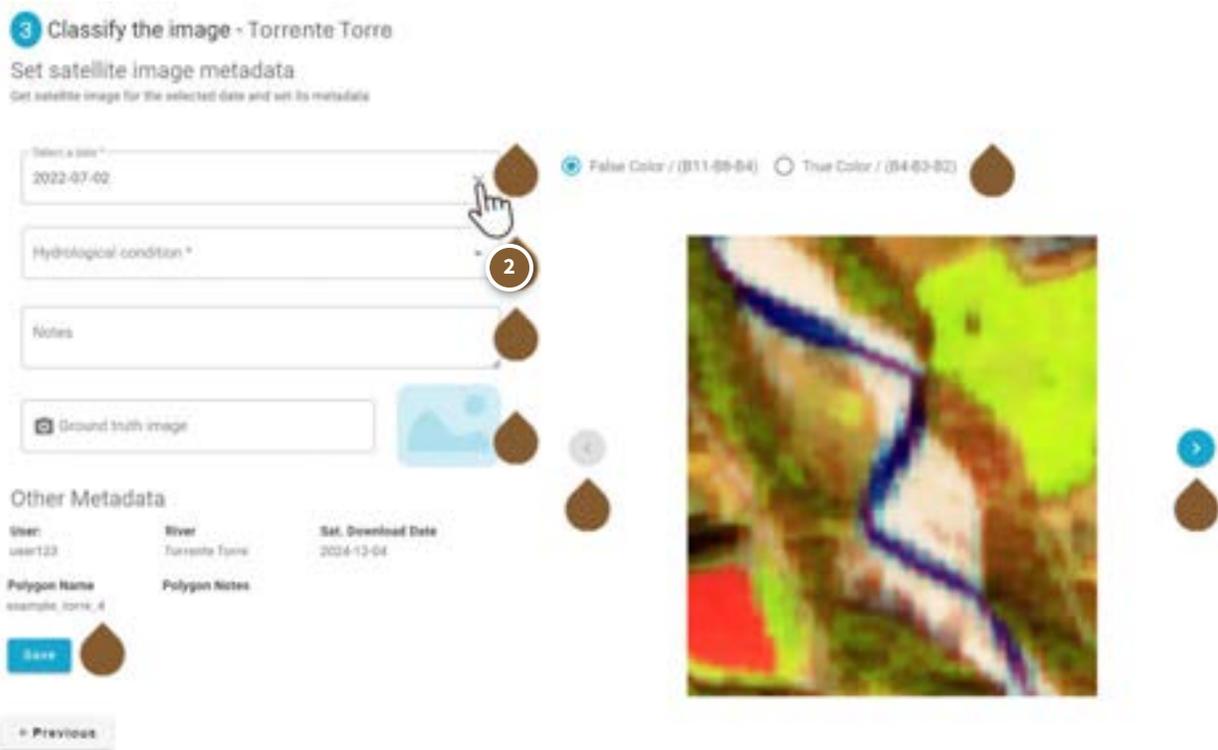
Previous



Commenti

Puoi lasciare eventuali commenti.

(ad esempio "Poca confidenza" se si hanno dubbi sulla classificazione).



Condizione idrologica

È necessario classificare la condizione idrologica:

Flowing (Flusso continuo): un flusso continuo visibile lungo tutto il tratto.

Ponding (Stagnazione): presenza discontinua di acqua, con pozze isolate lungo il tratto.

Dry (Secca): assenza di acqua superficiale.

Cloudy (Nuvoloso)

Quando la condizione idrologica è stata selezionata, si attiverà il pulsante **Save (Salva)**.

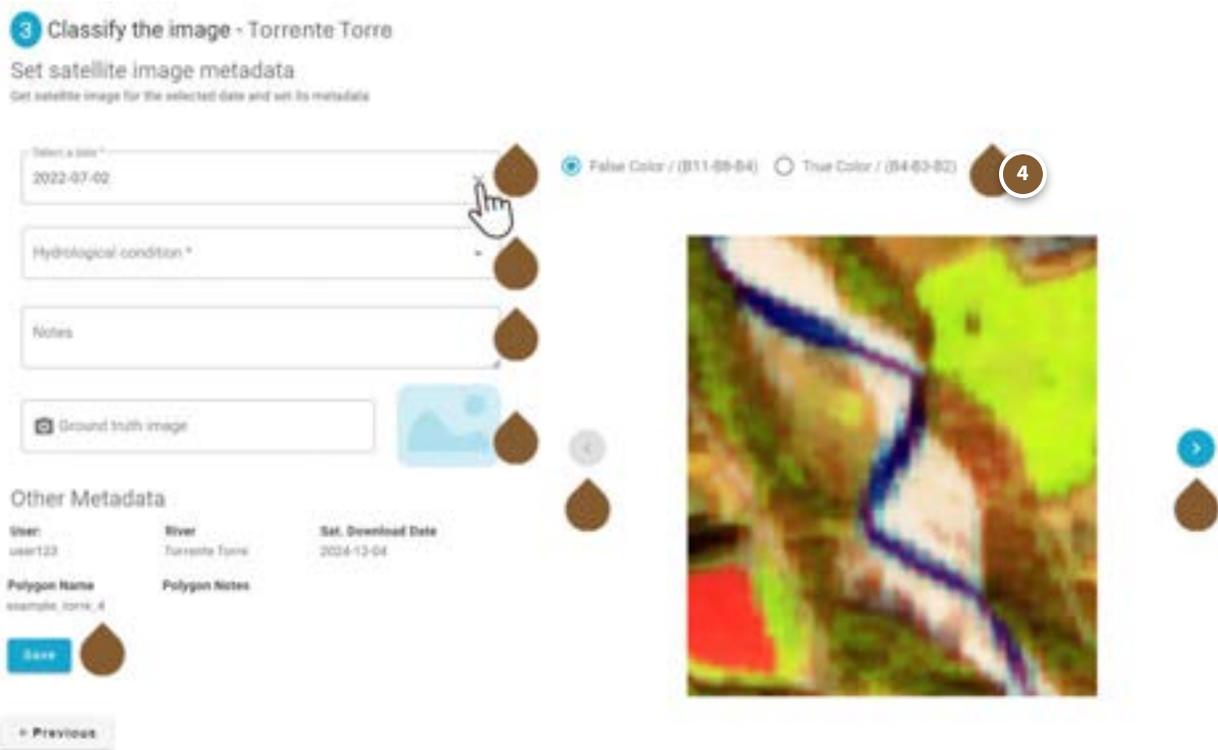


Immagine a falsi colori o a colori reali

Quando **False Color (Falsi Colori)** è attivo (impostazione predefinita), viene mostrata l'immagine a falsi colori utilizzando la banda **B11** (al posto della banda del **Rosso**), **B8** (al posto di quella del **Verde**) e **B4** (al posto di quella del **Blu**).

Cliccando su **True Color (Colori reali)**, l'immagine passa in **RGB (Rosso, Verde e Blu)**.

3 Classify the image - Torrente Torre

Set satellite image metadata

Get satellite image for the selected date and set its metadata

Enter a date*
2022-07-02

Hydrological condition*

Notes

Ground truth image

Other Metadata

User: user123	River: Torrente Torre	Sat. Download Date: 2024-12-04
Polygon Name: example_torre_4	Polygon Notes:	

False Color / (B11-B9-B4) True Color / (B4-B3-B2)

8

Previous



Salva

Selezionando una condizione idrologica, si attiva il pulsante **Save (Salva)**, che permette di salvare l'immagine classificata.

ATTENZIONE:

Ricorda di salvare ogni immagine!

3 Classify the image - Torrente Torre

Set satellite image metadata

Get satellite image for the selected date and set its metadata

Select a date
2022-07-02

Hydrological condition *

Notes

Ground truth image

Other Metadata

User:	River:	Sat. Download Date:
user123	Torrente Torre	2024-12-04
Polygon Name:	Polygon Notes:	
example_torre_4		

False Color / (B11-B9-B4) True Color / (B4-B3-B2)

6



Previous

Immagine precedente

Torna all'immagine precedente.

(Si noti che il pulsante appare disabilitato perché questa è la prima immagine dell'intervallo selezionato nelle fasi precedenti di questo esempio).

3 Classify the image - Torrente Torre

Set satellite image metadata

Get satellite image for the selected date and set its metadata

Select a date
2022-07-02

Hydrological condition *

Notes

Ground truth image

False Color / (B11-B3-B4) True Color / (B4-B3-B2)



Other Metadata

User: user123
River: Torrente Torre
Sat. Download Date: 2024-12-04

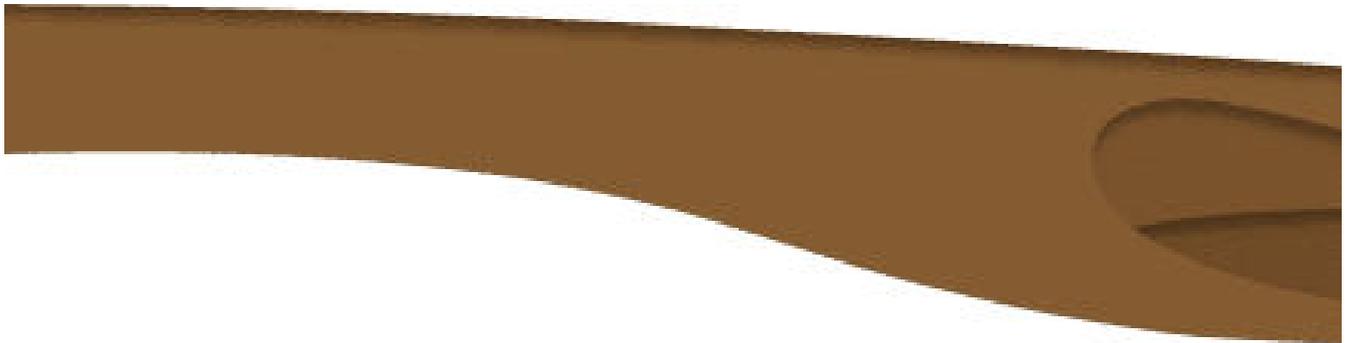
Polygon Name: example_torre_4
Polygon Notes:

Save

← Previous

Immagine successiva

Vai all'immagine successiva.



Questo **segno di spunta** indica che la classificazione è stata **salvata correttamente**.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

Search a date*
2022-07-02 ✓

Hydrological condition*
Flowing

Notes
This is an example for a training course.

Ground truth image

Other Metadata

User: user123	River: Toronto Tama	Sat. Download Date: 2024-12-04
Polygon Name: example_polygon_A	Polygon Notes:	

Update

False Color / (B11-B3-B4) True Color / (B4-B3-B2)

1 2

Dopo aver salvato l'immagine, è possibile apportare modifiche (ad esempio cambiando la condizione idrologica, le note). Facendo clic su **"Update"** (**Aggiornamento**) si salveranno gli aggiornamenti.

PROSEGUI

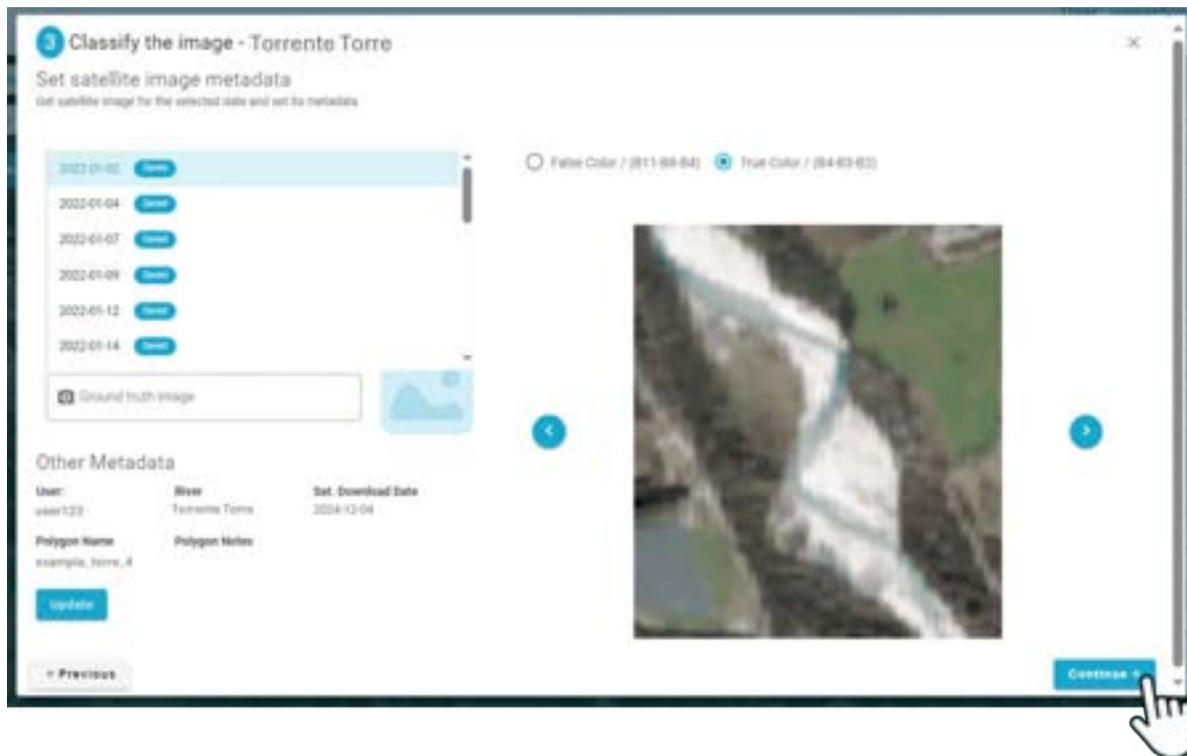
4

Fine della classificazione

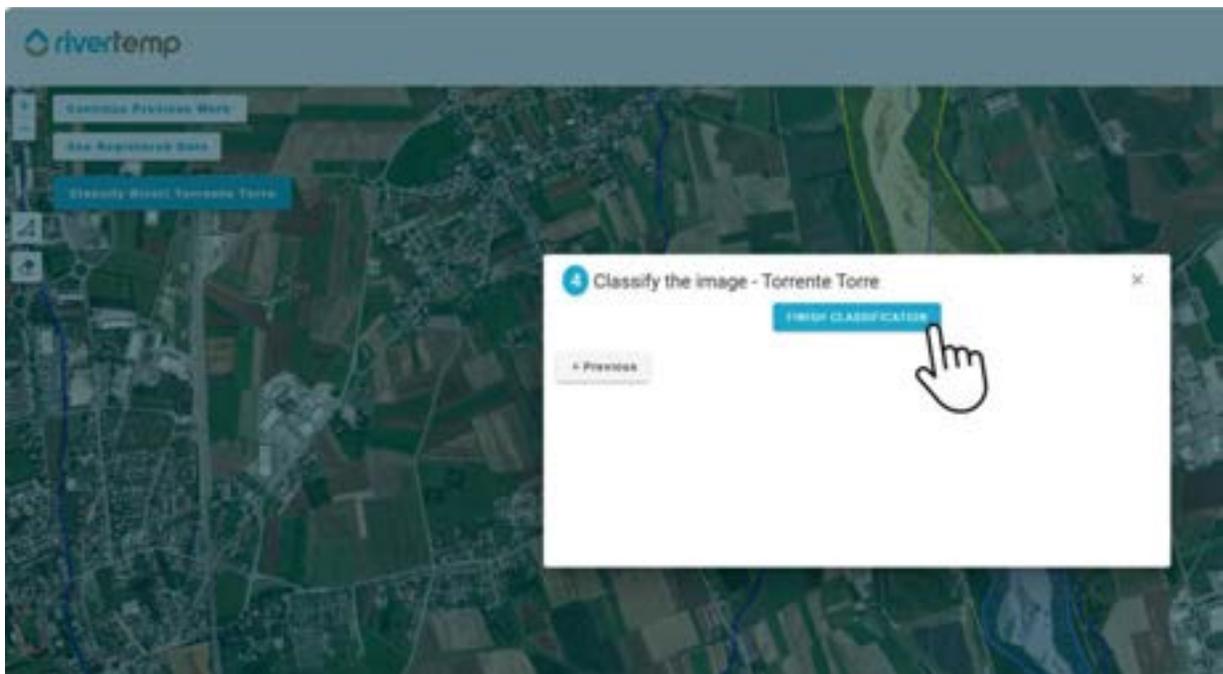
Una volta che le immagine sono state controllate,
premi **Continue (Proseguì)**...



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



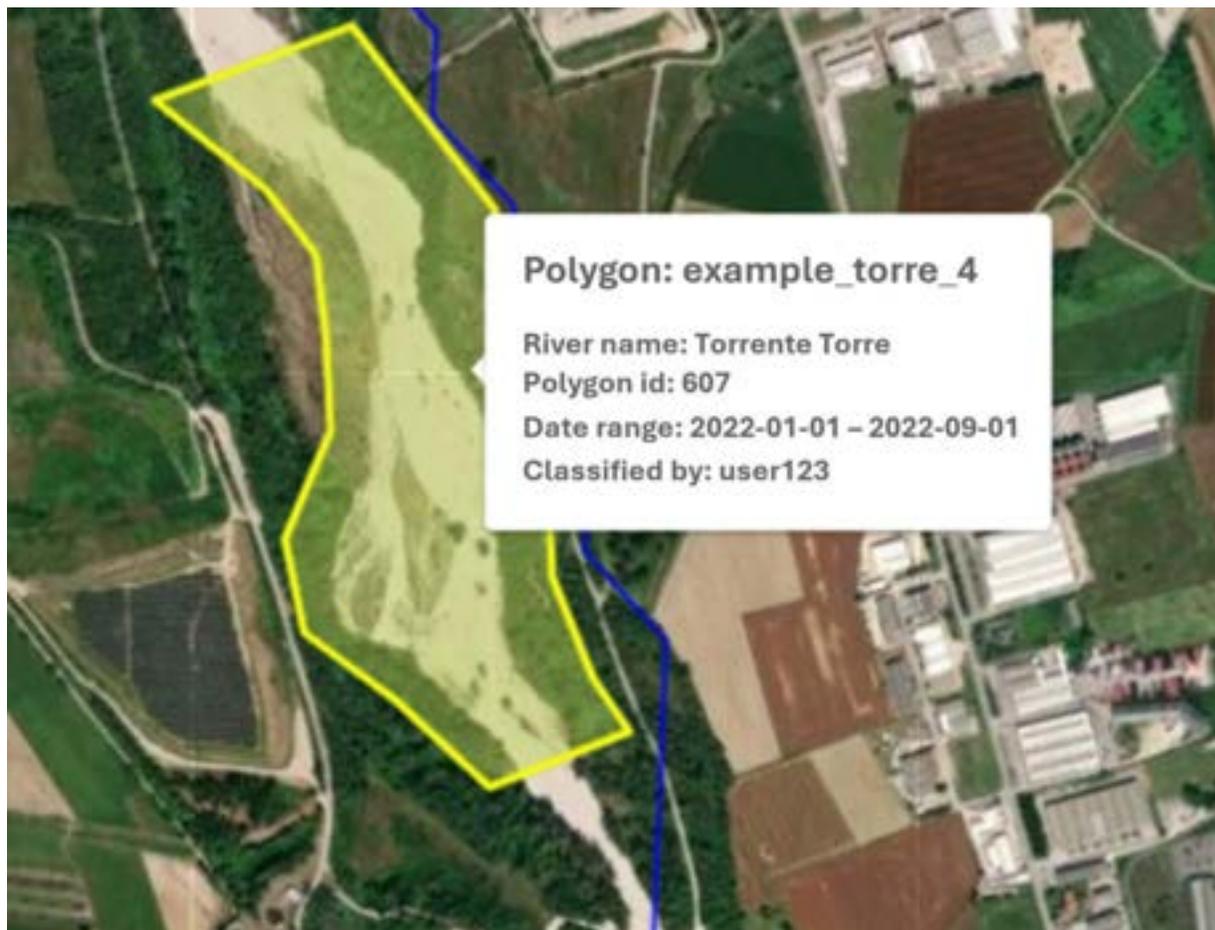
...e clicca sul pulsante **Finish Classification (Fine della classificazione)** per **confermare**:



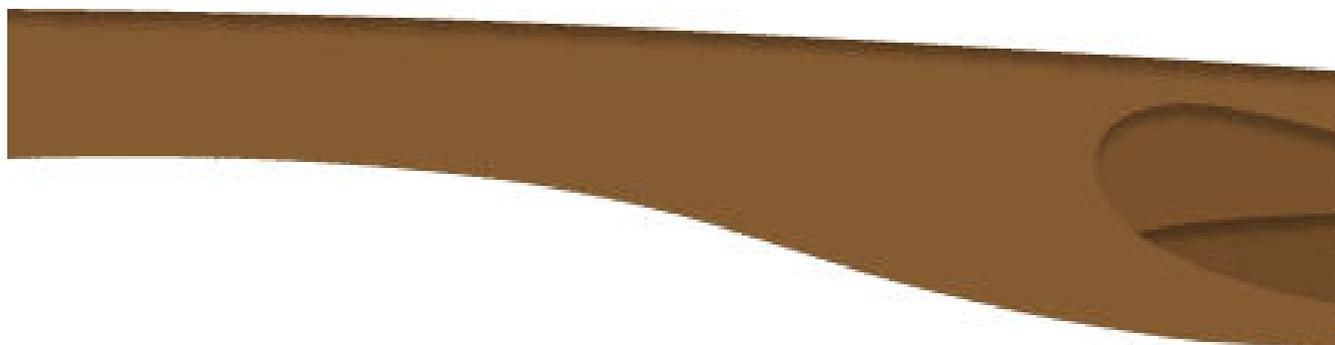
Ora, il poligono è giallo:

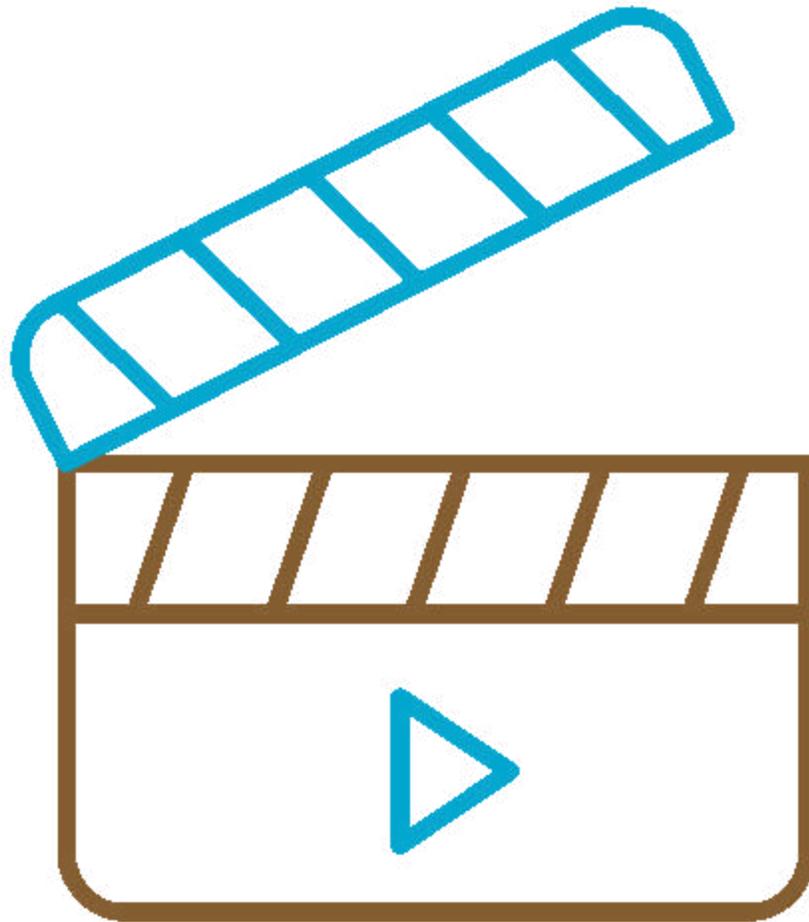


Se il mouse passa sopra il poligono, appariranno [le informazioni](#).



Fare clic sull'immagine per ingrandirla





1.

VIDEO

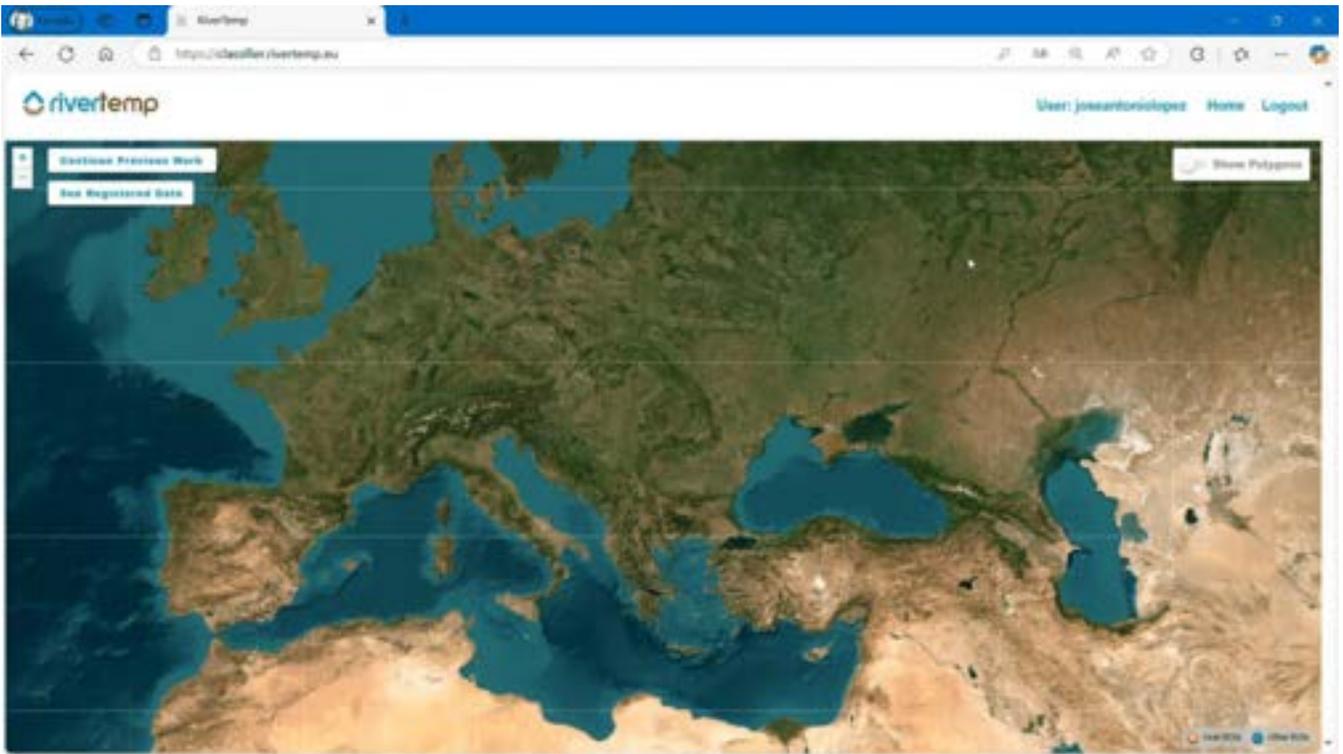
Nei prossimi video potrai vedere un esempio guidato di tutti i passaggi descritti precedentemente:

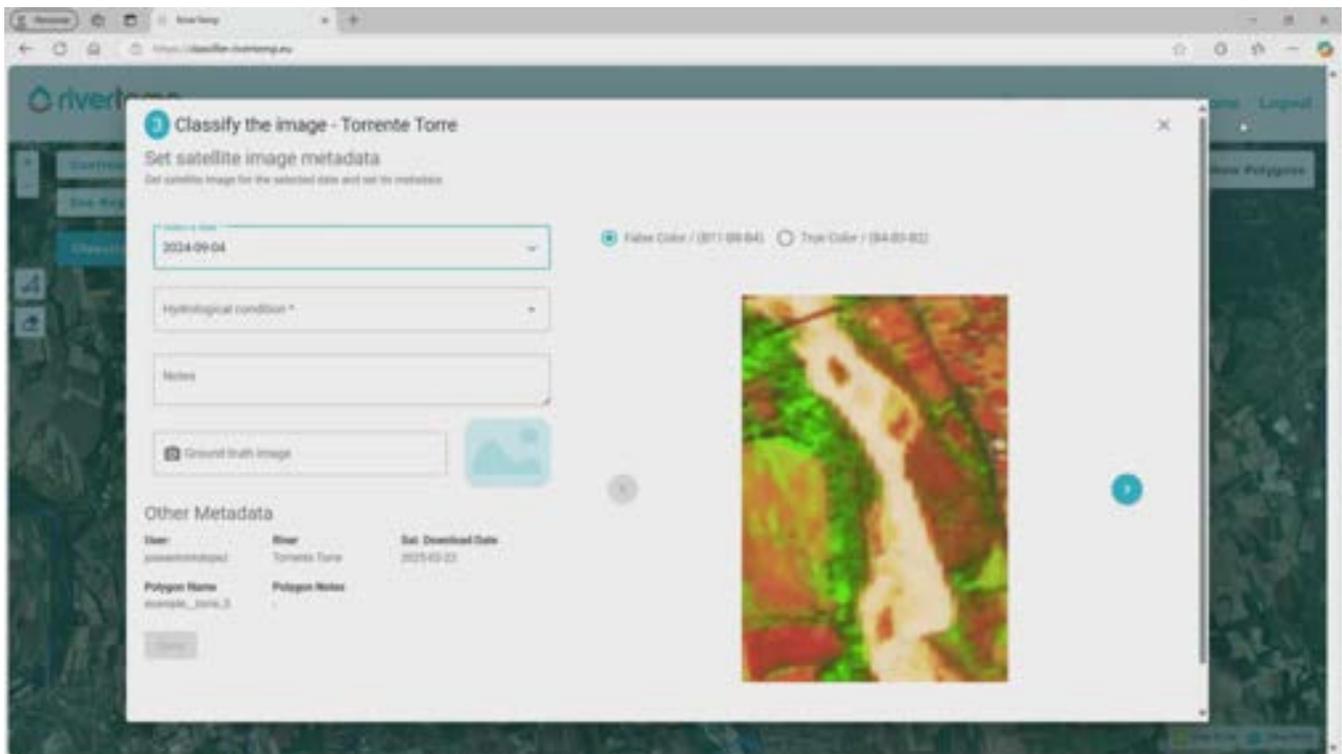
1. Esplorazione della mappa.

2. Creazione dei poligoni.
3. Cancellazione dei poligoni.
4. Selezione dell'intervallo temporale.
5. Impostazione delle informazioni di base.
6. Classificazione delle immagini satellitari.
7. Conclusione della classificazione.



Fare clic sulle immagini per guardare i video.





PROSEGUI

5

Consulta i risultati della classificazione

Per guardare i risultati della classificazione, fare clic sul poligono:



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Apparirà una finestra con i seguenti campi:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

example_poly_3 | 0

Select a specific date to view the registered work.

Select a date
2024-09-06

- False Color / (B11-B0-B4)
- True Color / (B4-B3-B2)

Date of Image
2024-09-06

Hydrological Condition
Cloudy

Specify the image as Cloudy / Foggy or Dry / Cloudy

Notes

Save Cancel

History & Edit

Hydrological Condition Chart



Other Metadata

Item	Value	Ref. Download Date	Polygon Name	Polygon Notes
Downloaded	Turkula Terve	2025-02-02	example_poly_3	

example_poly_5 (0)

Select a specific date to view the registered work.

Select a date

2024-09-06

1

False Color / (B11-B02-B2)

True Color / (B4-B3-B2)

Date of Image

2024-09-06

Hydrological Condition

Cloudy

Specify the image on Clouding / Pending of the Clouds

Notes

Save

Exit

Hydrology Chart

Hydrological Condition Chart



Other Metadata

User	River	Ref. Download Date	Polygon Name	Polygon Notes
joswanto1992	Tumanda River	2025-02-02	example_poly_5	

Dati classificati

Seleziona la data di una immagine già classificata che vuoi rivedere.

example_name_3 (0)

Select a specific date to view the registered work.
Select a date

2024-09-06

False Color / (B11-B0-B4)
 True Color / (B4-B3-B2)

Date of Image
2024-09-06

Hydrological Condition
Cloudy

Specify the image on Desktop
[Empty box]

Save Exit

Hydrotype Chart
Hydrological Condition Chart



Other Metadata

Item	River	Ref. Download Date	Polygon Name	Polygon Notes
example_name_3	Turkelta Tere	2025-02-01	example_name_3	

Grafico ternario

Fare clic sul pulsante **Hydrotype Chart (Grafico dell'Idrotipo)** per vedere il grafico ternario.

example_poly_3 (0)

Select a specific date to view the registered work.
Select a date
2024-09-06 X +

False Color / (B11-B02-B2)
 True Color / (B4-B3-B2)

Date of Image
2024-09-06

Hydrological condition
Cloudy

Specify the image on Desktop
[Pending for this device]

Save Exit

Hydrotype Chart
Hydrological Condition Chart 3



Other Metadata

Item	River	Ref. Download Date	Polygon Name	Polygon Notes
example_poly_3	Torrens Torrens	2025-02-01	example_poly_3	

Serie temporali

Fare clic su **Hydrological Condition Chart (Grafico della Condizione Idrologica)** per vedere la serie temporale.

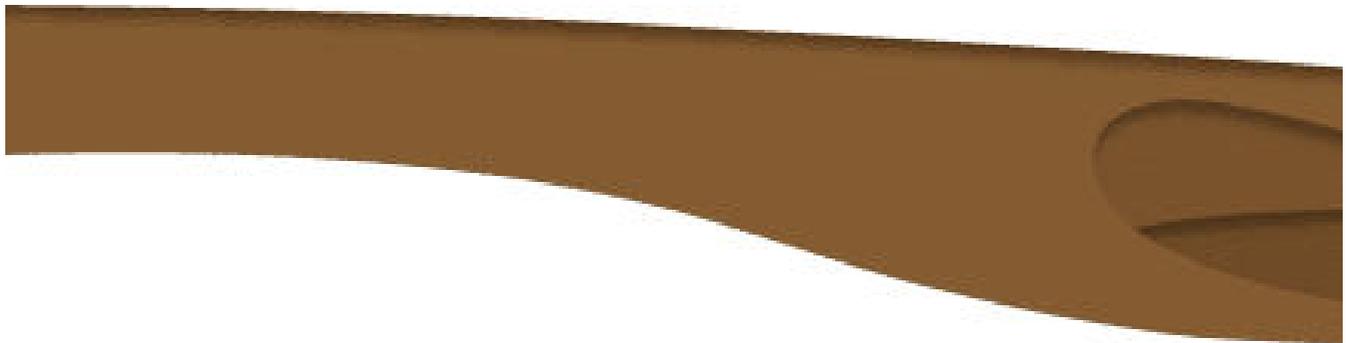


Grafico dell'Idrotipo

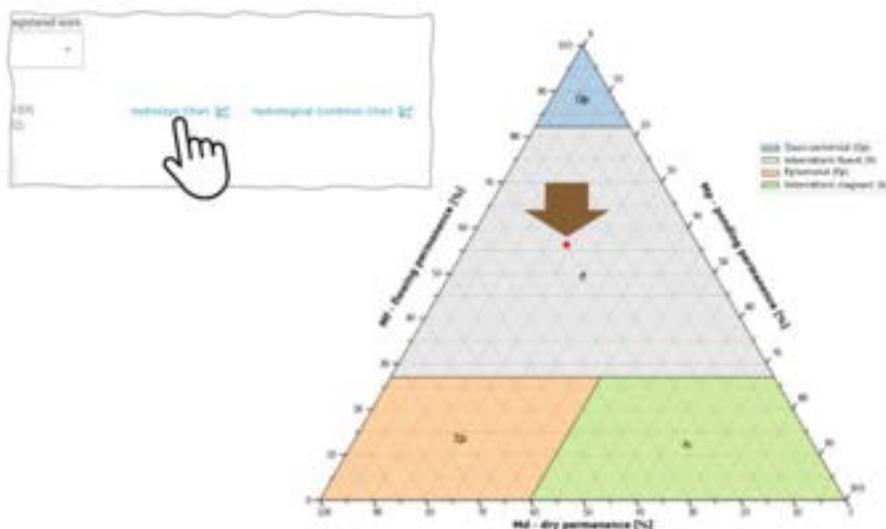
Se fai clic su **Hydrotype Chart**, ti apparirà il grafico ternario:



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

09/04/2024 - 10/31/2024

Temporary River Classifier (TRC) of Torrente Torre at example_torre_5 from 2024-09-04 to 2024-10-31



Intermittent-fluent

Mf: 56.25

Cloudy Images: 30.43

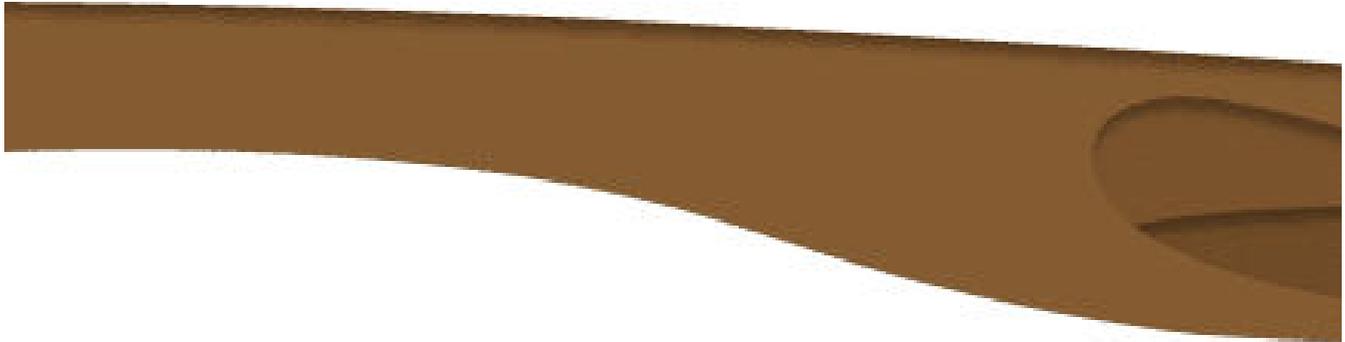
Md: 25

Revisit Time: 2

Mp: 18.75

Effective revisit time: 3

Il **punto rosso** indica l'idrotipo del fiume.
I 3 parametri (Mf - Md - Mp) sono calcolati automaticamente.



Example_morgadans_1

Select a specific date to view the registered work.

Select a date *

2022-07-02

False Color / (B11-B8-B4)

True Color / (B4-B3-B2)

Date of image

2024-11-29

Hydrological condition *

Flowing

Classify the image as Flowing / Pending / Dry / Cloudy

Hydotype Chart ↙

Hydrological Condition Chart ↙



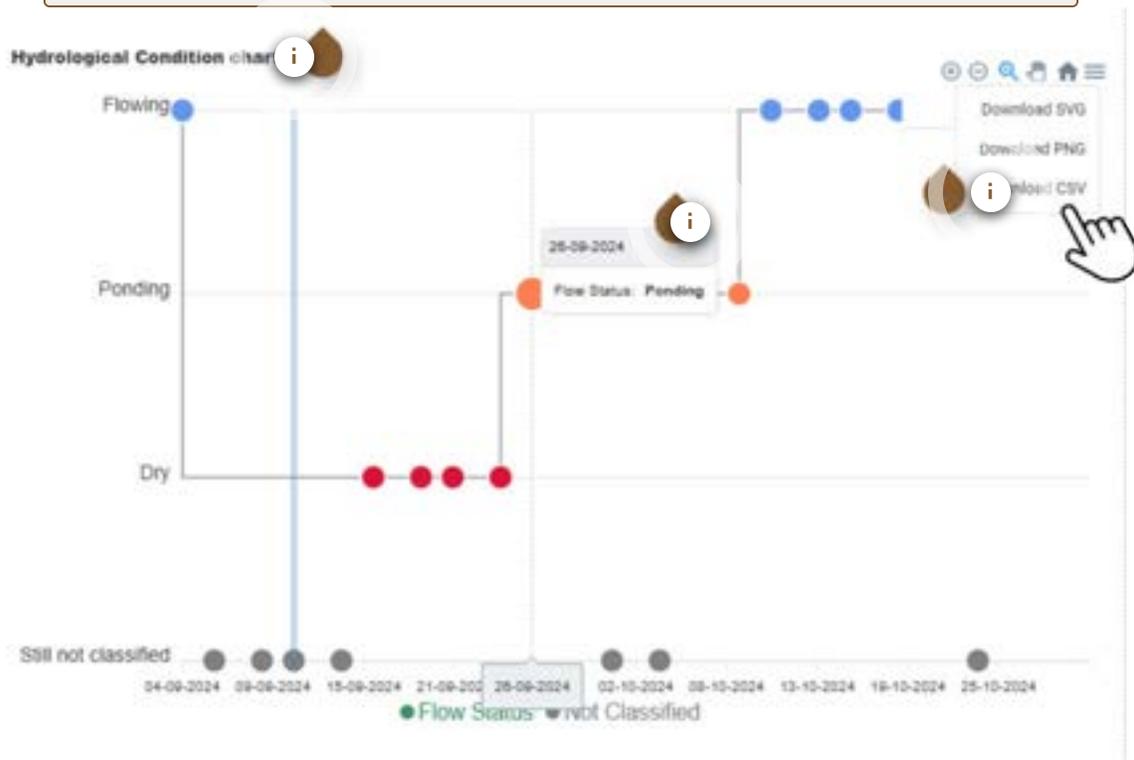
Fare clic sull'immagine per ingrandirla

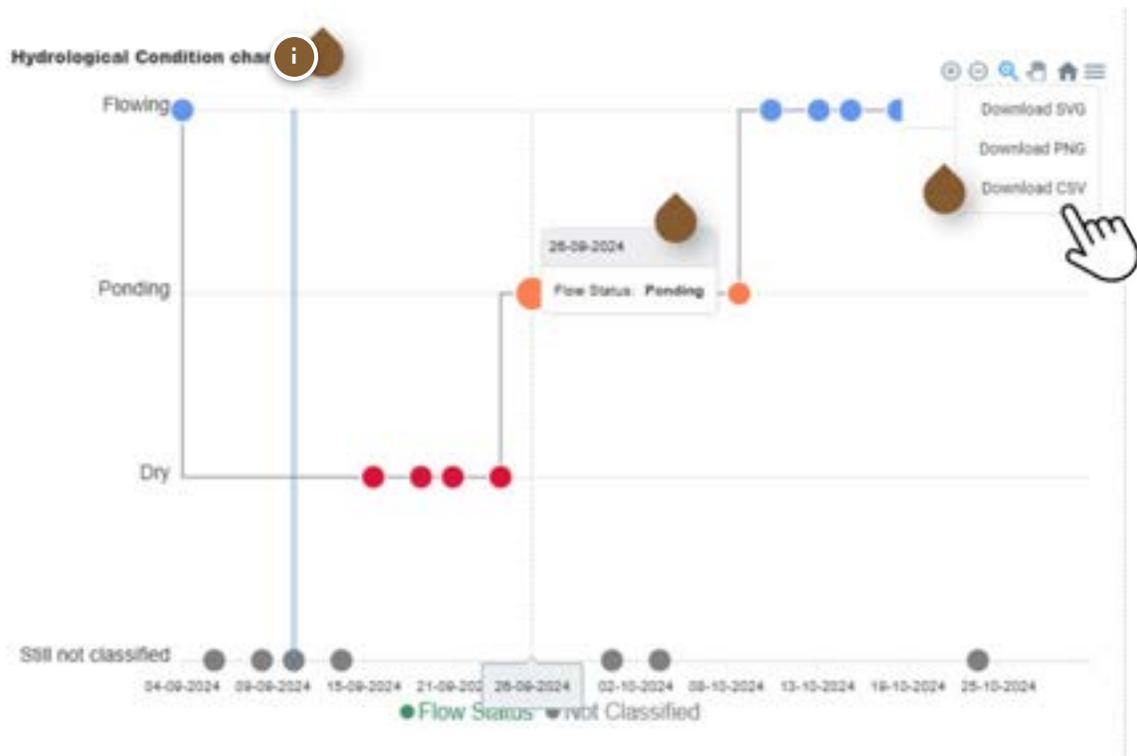
Grafico della Condizione Idrologica

Se fai clic su **Hydrological Condition Chart** apparirà **la serie temporale della condizione idrologica**:

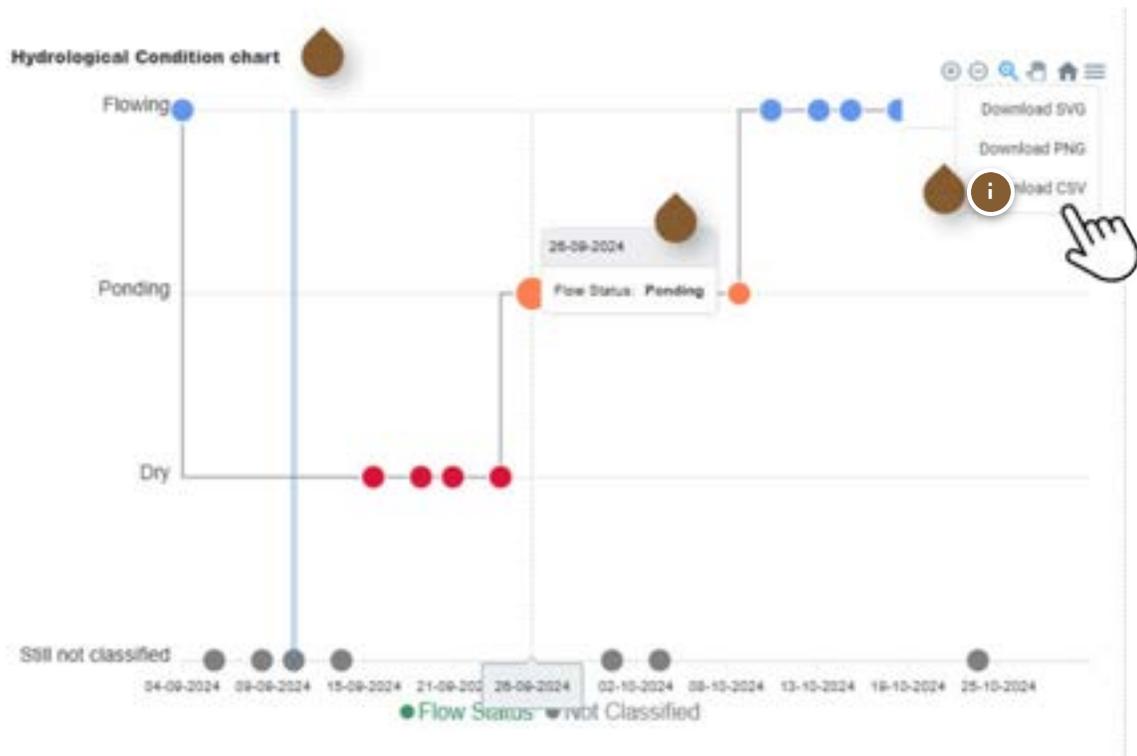


Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

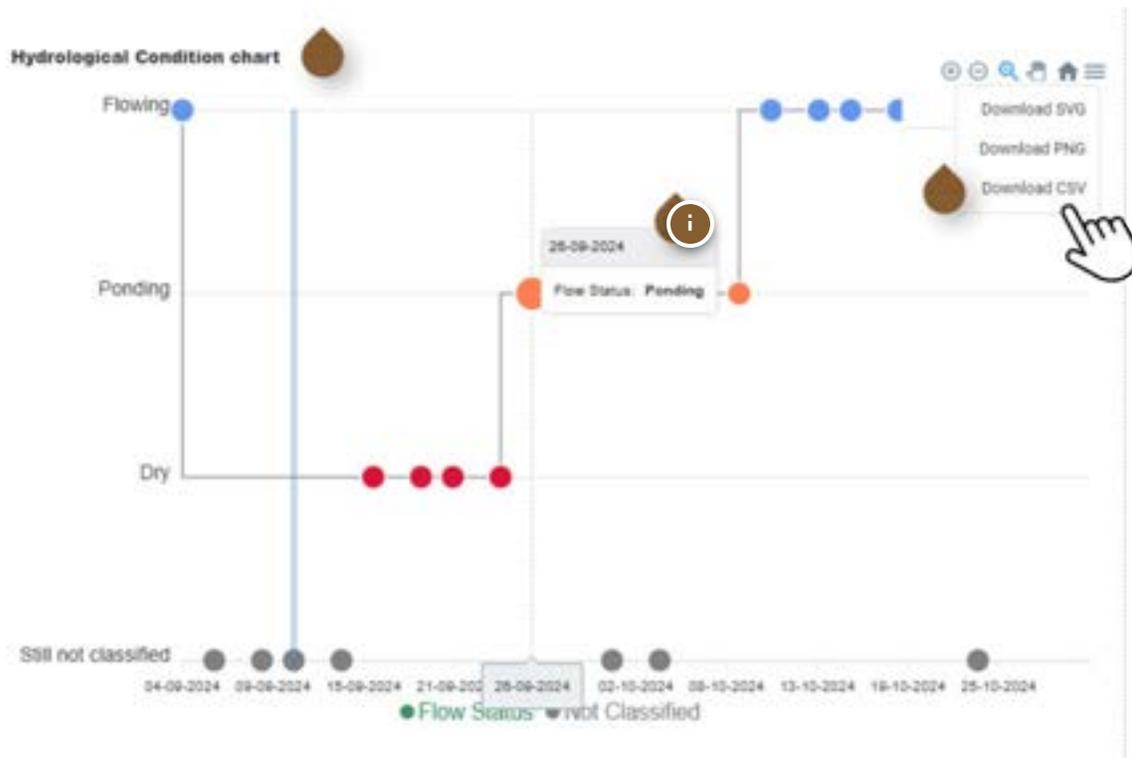




Il grafico mostra la serie temporale delle immagini satellitari classificate.



Puoi scaricare il grafico in diversi formati.



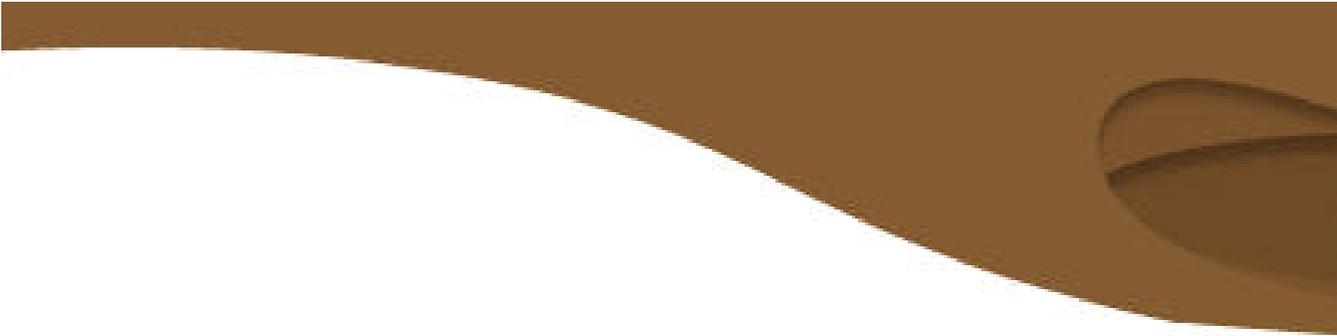
Se il mouse passa sopra un punto, il valore del data apparirà.

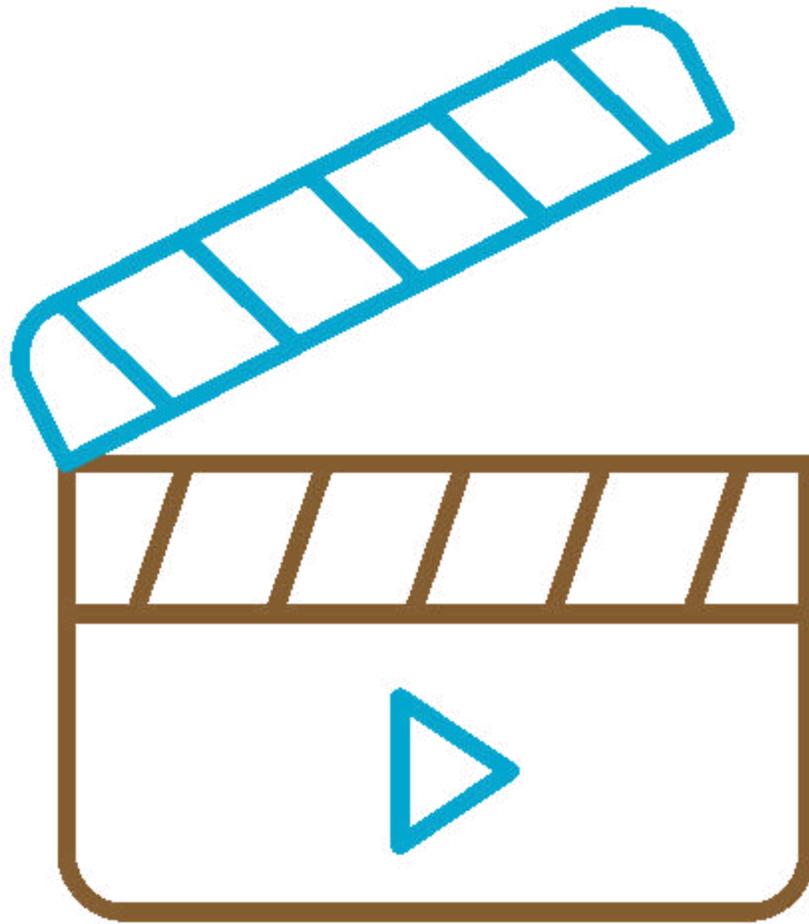
Nella seguente immagine è mostrato un esempio di un file [.CSV](#) scaricato:

	A
1	category,Flow Status,Not Classified
2	Wed Sep 04 2024,3,
3	Fri Sep 06 2024,,0
4	Mon Sep 09 2024,,0
5	Wed Sep 11 2024,,0
6	Sat Sep 14 2024,,0
7	Mon Sep 16 2024,1,
8	Thu Sep 19 2024,1,
9	Sat Sep 21 2024,1,
10	Tue Sep 24 2024,1,
11	Thu Sep 26 2024,2,
12	Sun Sep 29 2024,2,
13	Tue Oct 01 2024,,0
14	Fri Oct 04 2024,,0
15	Wed Oct 09 2024,2,
16	Fri Oct 11 2024,3,
17	Mon Oct 14 2024,3,
18	Wed Oct 16 2024,3,
19	Sat Oct 19 2024,3,
20	Mon Oct 21 2024,3,
21	Thu Oct 24 2024,,0
22	Sat Oct 26 2024,3,
23	Tue Oct 29 2024,3,
24	Thu Oct 31 2024,3,

⊕ ⊖ 🔍 🖱️ 🏠 ☰

- Download SVG
- Download PNG
- Download CSV





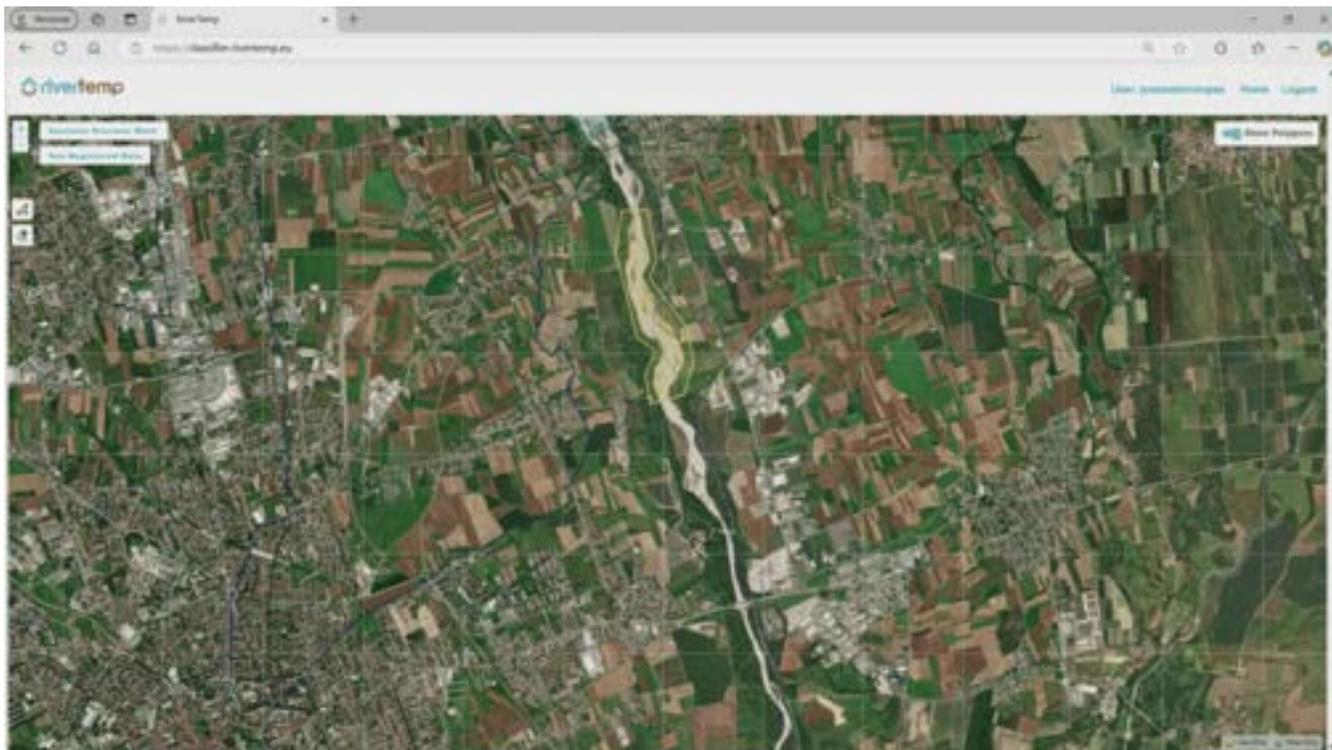
1.

VIDEO

Nel video seguente vediamo i risultati della classificazione del poligono che abbiamo creato.



Fare clic sul pulsante per guardare il video.



PROSEGUI

Lezione 8 di 12

Riprendi o modifica una delle tue classificazioni



Ricapitolazione

Prima di continuare, fermiamoci e lanciamo uno sguardo indietro.

Cosa abbiamo fatto finora?

1

Si è **creato un account** per l'Applicazione web, chiamata **Temporary River Classifier (TRC, Classificatore per Fiumi Temporanei)**.

2

Si è **acceduto** alla pagina principale dell'Applicazione web.

3

Si è **esplorata la mappa globale** e si è localizzato il tratto di fiume da classificare: **Torrente Torre**

4

Si è selezionato l'**intervallo temporale** che si vuole classificare:
01/09/2024 - 31/10/2024

(Ricorda: è definito un massimo di giorni pari a **250**).

5

Si è **creato un poligono** dandogli il nome di:
example_torre_5

6

Dopo, si è **classificato** buona parte delle immagini e si è salvato il tutto.

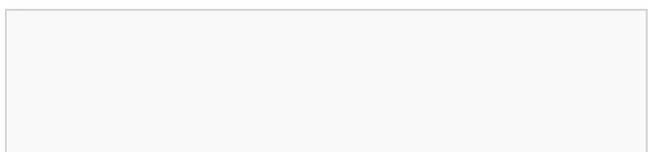
7

Infine, si è **conclusa la classificazione** e si è salvato il lavoro.

A questo punto potrebbe sorgere
le seguenti **domande:**



Fare clic sulle carte per sfogliarle.





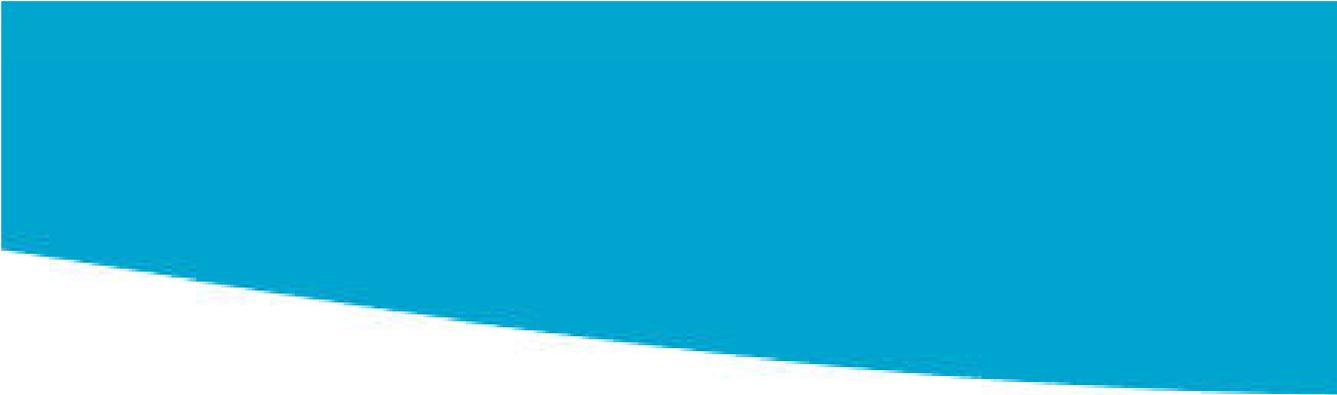
Si può **modificare** i dati appena salvati del poligono?



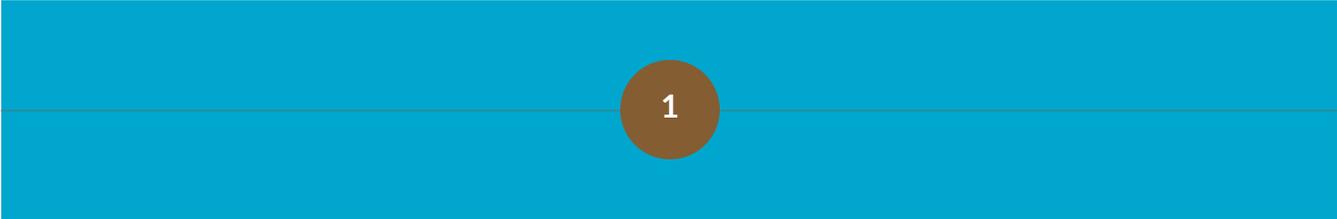
Si può **espandere** la classificazione di un poligono esistente?



La risposta è ovviamente di sì. Continua con il corso e scopri come è possibile farlo.



PROSEGUI



 **Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.**

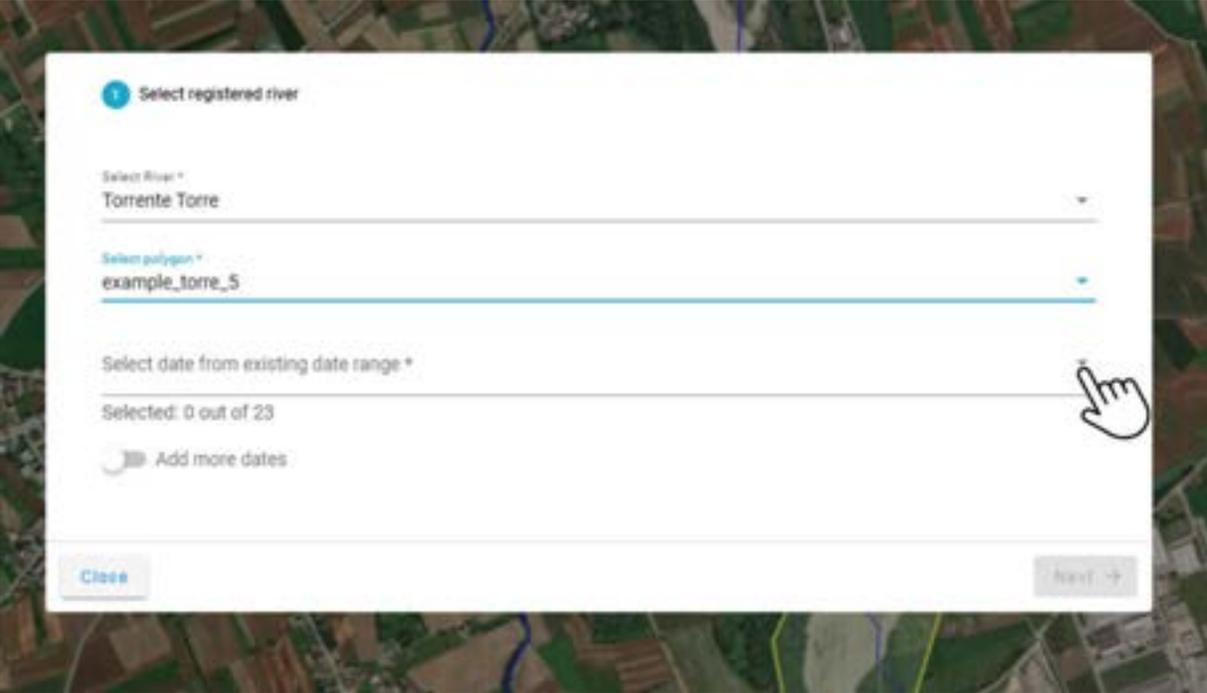
Modifica la classificazione



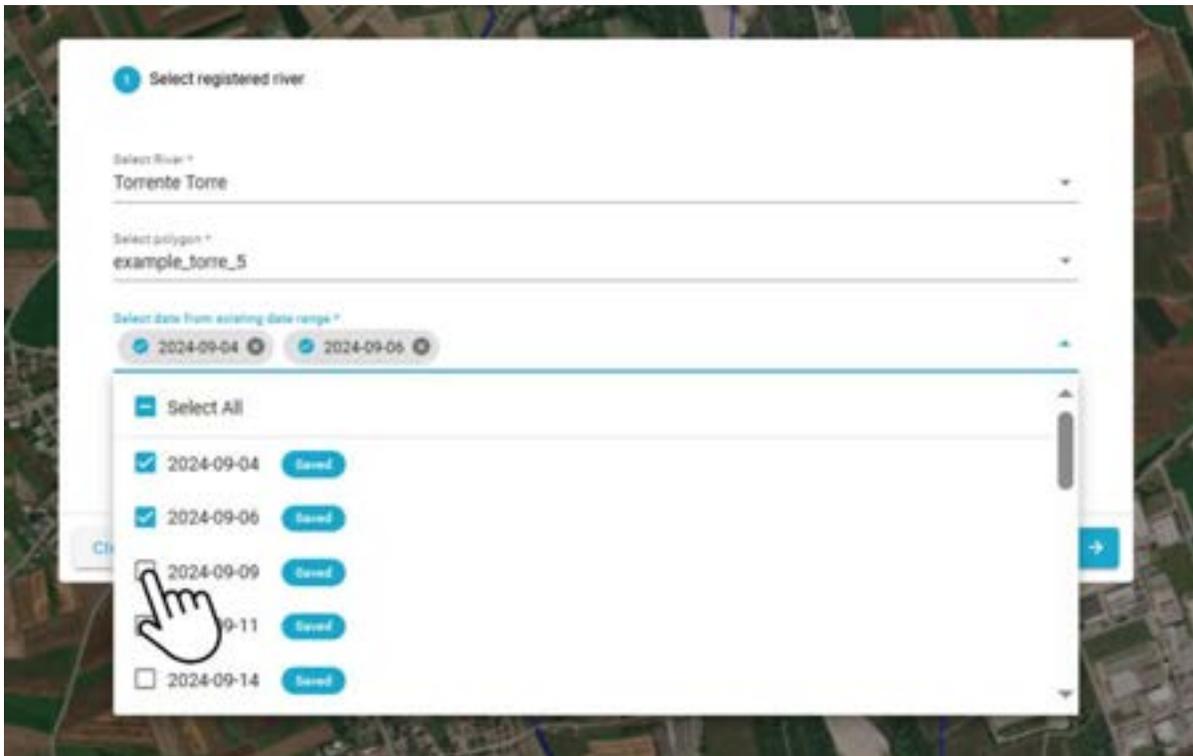
Premere **INIZIO** per scoprire come **modificare** la classificazione di un poligono già creato:



Nella mappa, fare clic su **Continue Previous Work (Continua il lavoro precedente)**.



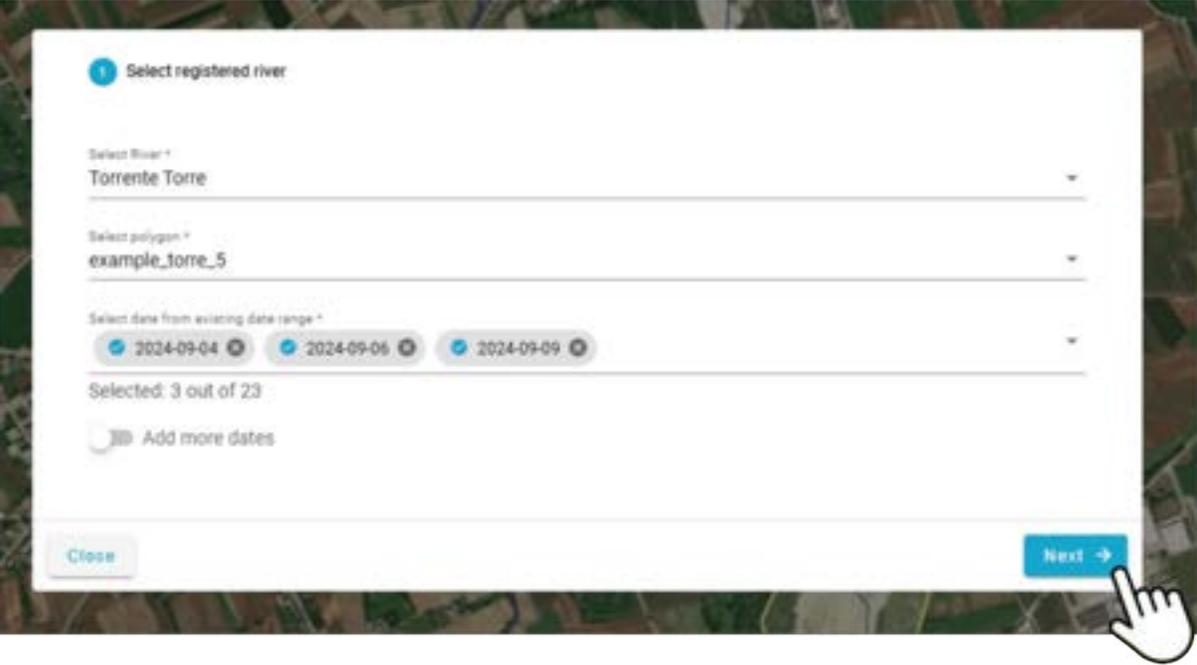
Seleziona il fiume e il poligono.
Dopo, seleziona le date dall'intervallo temporale precedentemente definito (in questo esempio: 01/09/2024 - 31/10/2024).



Nel pop-up, puoi selezionare tutte le date che vuoi.

Puoi anche selezionarle tutto cliccando su **Select All (Seleziona Tutto)**.

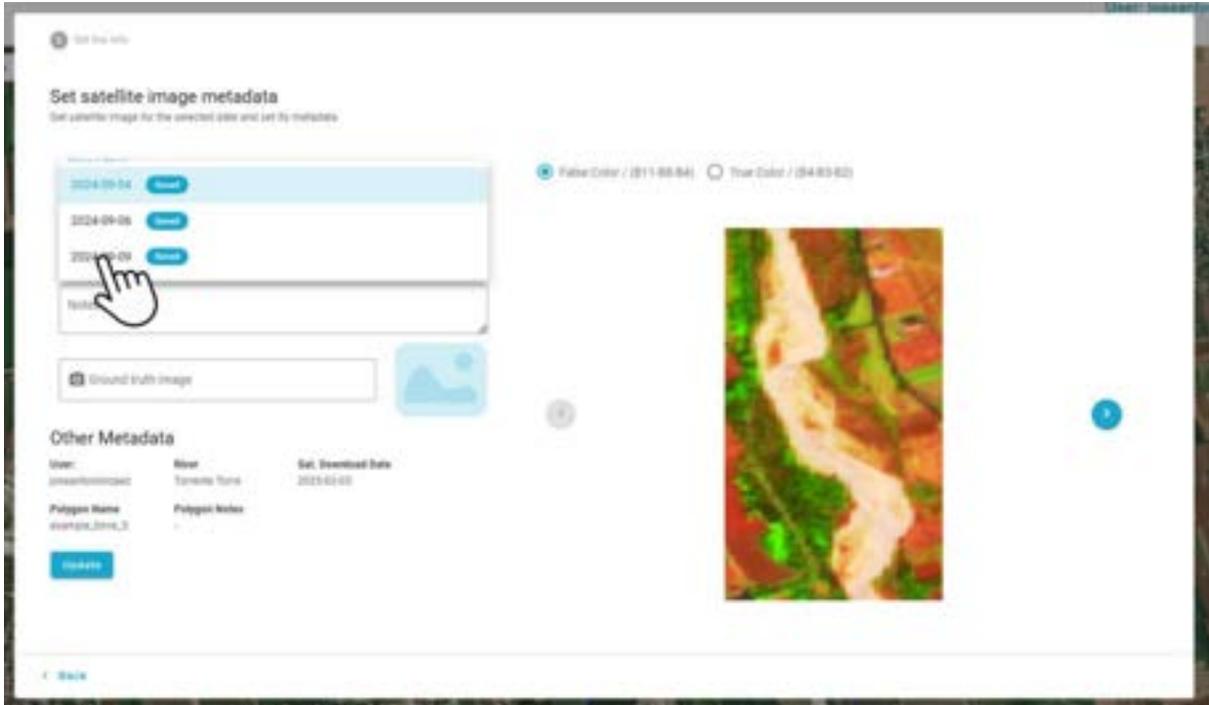
In questo esempio sono state selezionate le prime 3 date.



Una volta che le date da modificare sono state selezionate, fare clic su **Next (Avanti)**.

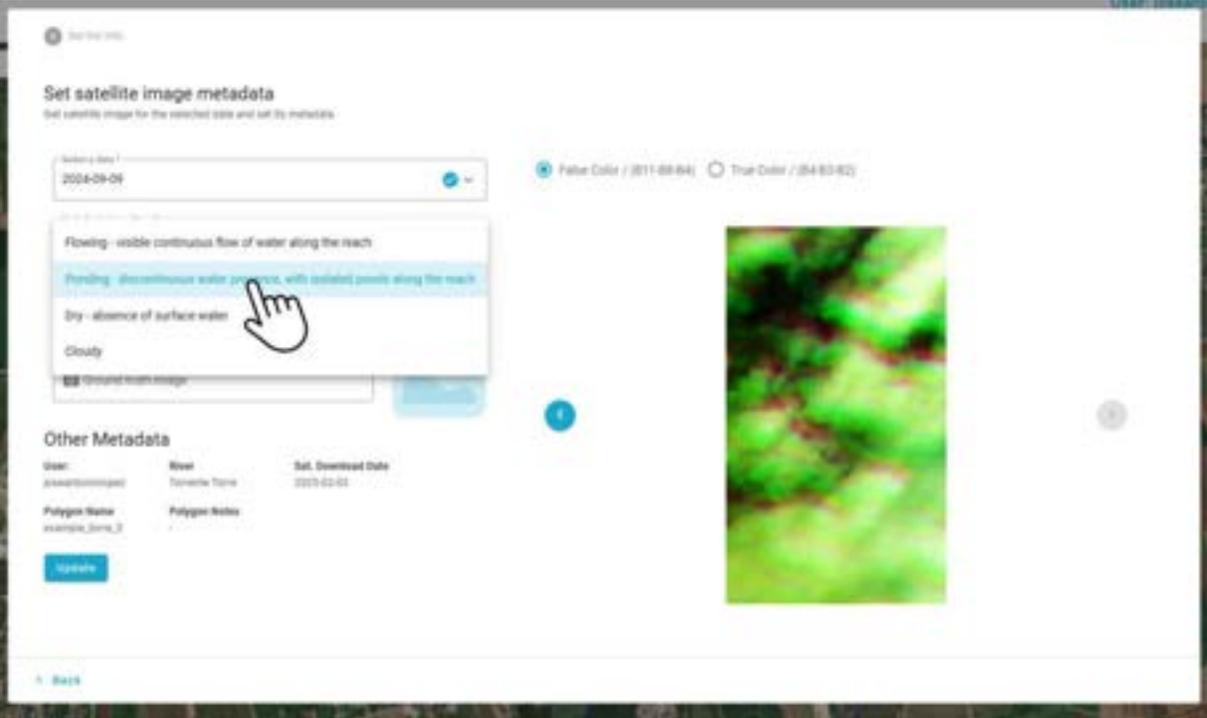


Da questa schermata è possibile modificare le date.
Prima di tutto, si seleziona la data.



Come è possibile notare, appaiono solo le 3 date selezionate nel passaggio precedente.

In questo esempio, selezioniamo la terza.



Ora apportiamo una modifica: cambiamo la condizione idrologica da cloudy (nuvoloso) a ponding (stagnazione).

Set the info

Set satellite image metadata

Get satellite image for the selected date and set its metadata

Acquire Date: 2024-09-09

Vegetation indices: Ponder

Notes:

Ground truth image:

False Color (311-65-84) True Color (34-83-82)

Other Metadata

User:	Area:	Sat. Download Date:
example@example.com	Example Area	2024-09-09
Polygon Name:	Polygon Notes:	
example_name_1		

Update

Ricorda di fare clic su **Update (Aggiorna)** per salvare la modifica.



Ma possiamo andare oltre. Possiamo aggiungere nuove date a un poligono già creato.

PROSEGUI

2



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

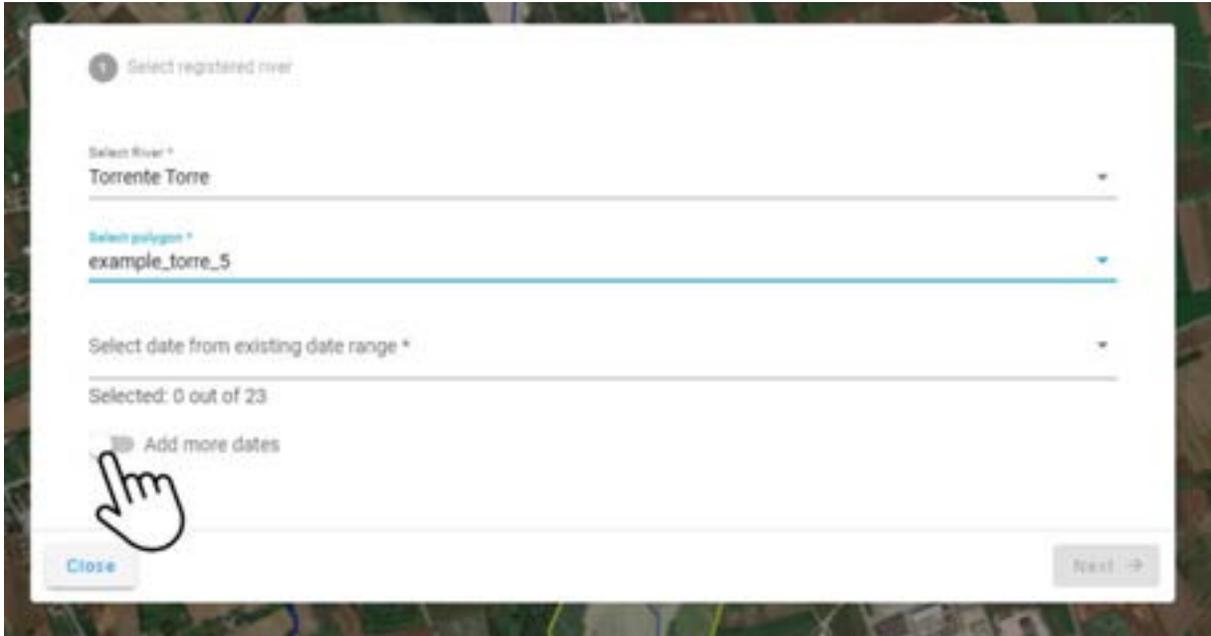
Riprendi una classificazione



Clicca il pulsante **INIZIO** e scopri come **aggiungere date** in un poligono già creato:



Come abbiamo visto nell'esempio precedente, facciamo nuovamente clic sul pulsante **Continue Previous Work (Continua il lavoro precedente)**.



1 Select registered river

Select River *
Torrente Torre

Select polygon *
example_torre_5

Select date from existing date range *
Selected: 0 out of 23

Add more dates

Close Next →

Fai attenzione:

al momento, abbiamo 23 immagini che corrispondono all'intervallo temporale selezionato alla definizione del poligono: dal 1 Settembre 2024 al 31 Ottobre 2024.

Ora, noi vogliamo aggiungere le immagini di Novembre e Dicembre 2024.

Come si può fare?

Attivare il pulsante a interruttore per estendere l'intervallo di date.

Select registered river

Select River *
Torrente Torre

Select polygon *
example_torre_5

Select date from existing date range *

Selected: 0 out of 23

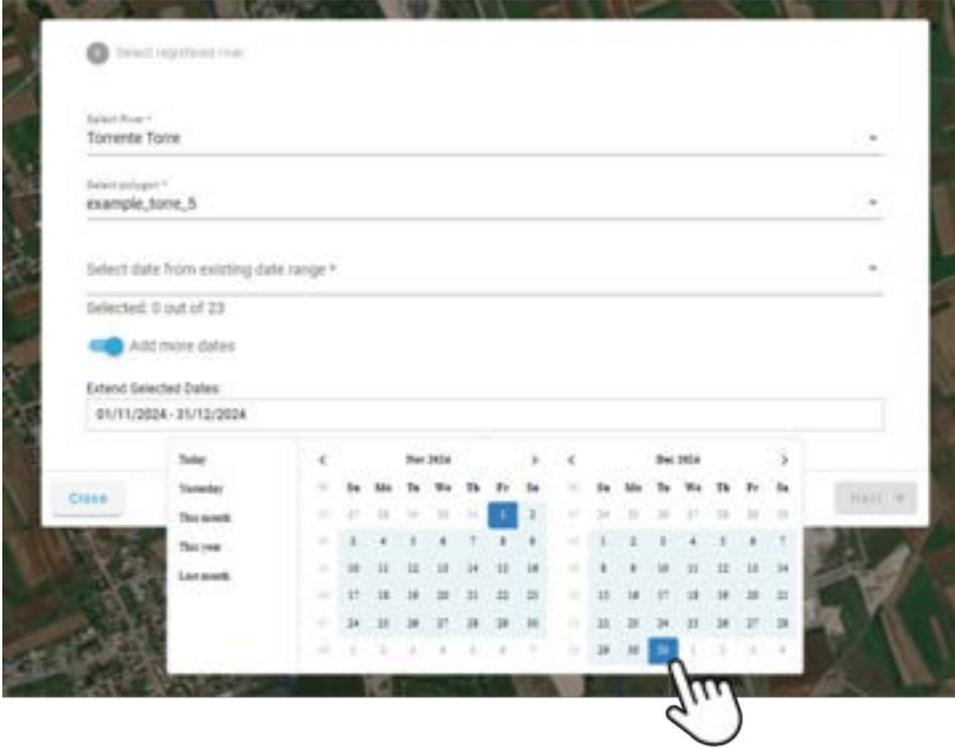
Add more dates

Extend Selected Dates:
-

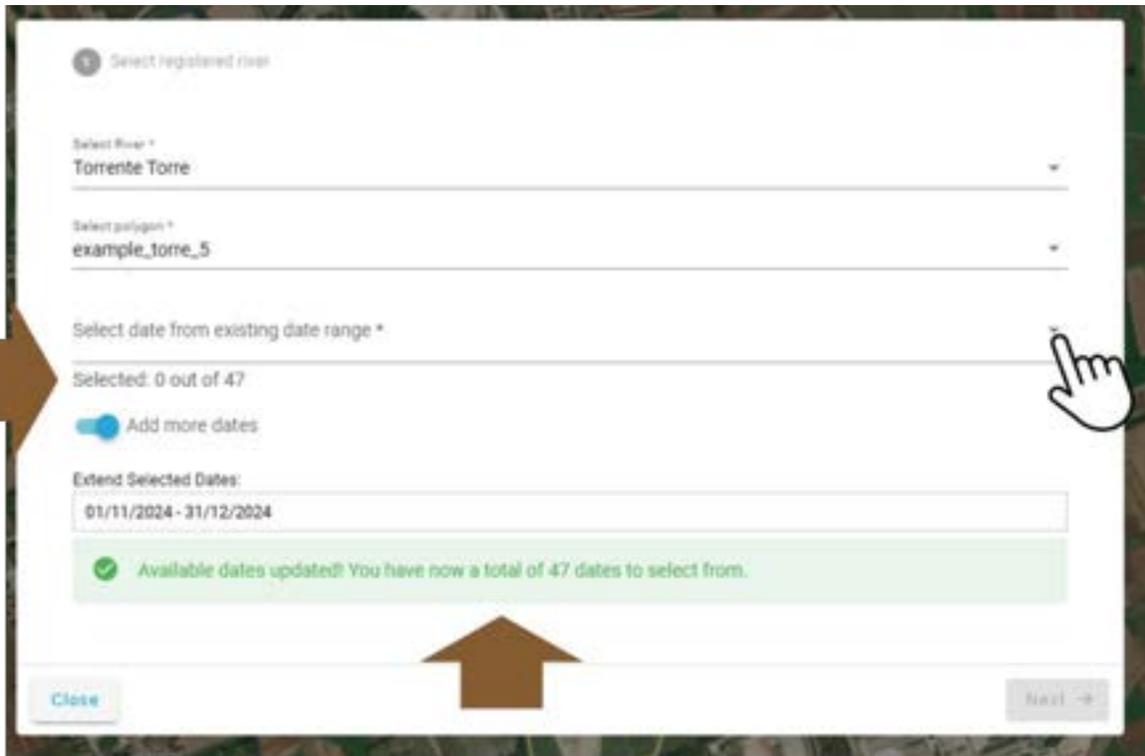
Close Next →

Appare, così, una nuova barra di selezione: **Extend Selected dates (Estendi date selezionate)**.

Facciamo clic su di essa.



Ora selezioniamo l'intervallo di date che vogliamo aggiungere:
01/11/2024 - 31/12/2024



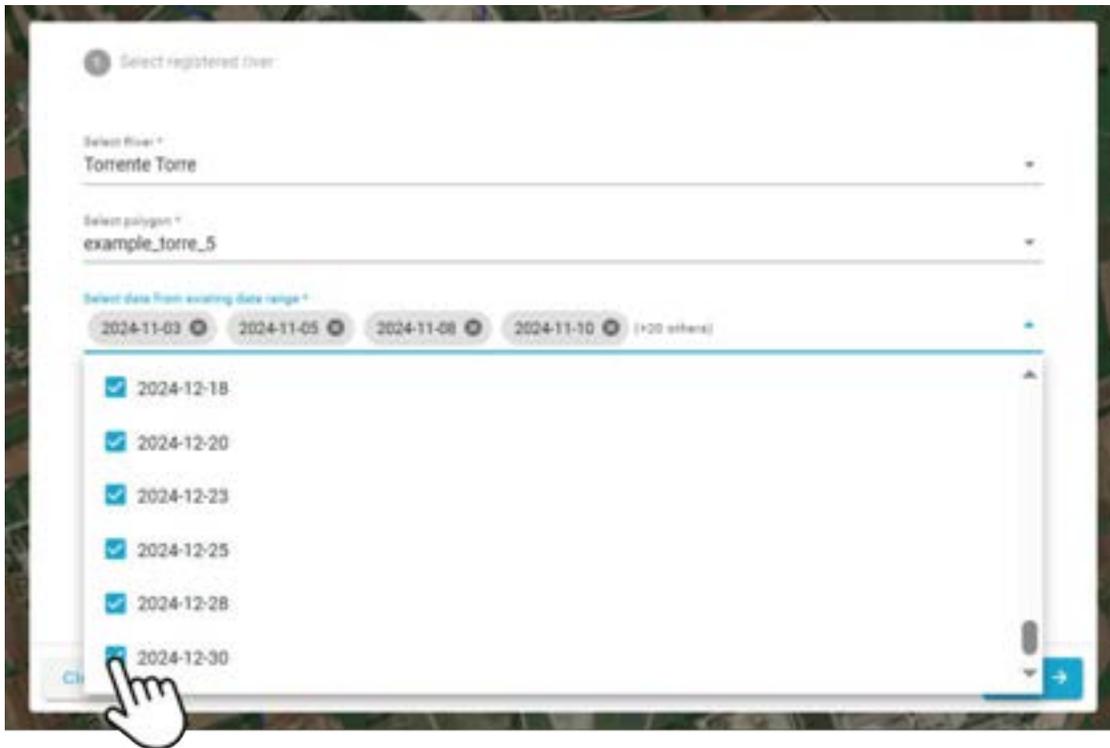
The screenshot shows a web form titled "Select registered river". It contains the following elements:

- A dropdown menu for "Select River *" with the value "Torrente Torre".
- A dropdown menu for "Select polygon *" with the value "example_torre_5".
- A section for "Select date from existing date range *". Below it, it says "Selected: 0 out of 47".
- A toggle switch for "Add more dates" which is currently turned on.
- A field for "Extend Selected Dates:" containing the date range "01/11/2024 - 31/12/2024".
- A green success message: "Available dates updated! You have now a total of 47 dates to select from."
- Buttons for "Close" and "Next ->".

Three brown arrows are overlaid on the image: one pointing to the "Add more dates" toggle, one pointing to the "Extend Selected Dates:" field, and one pointing to the "Next" button.

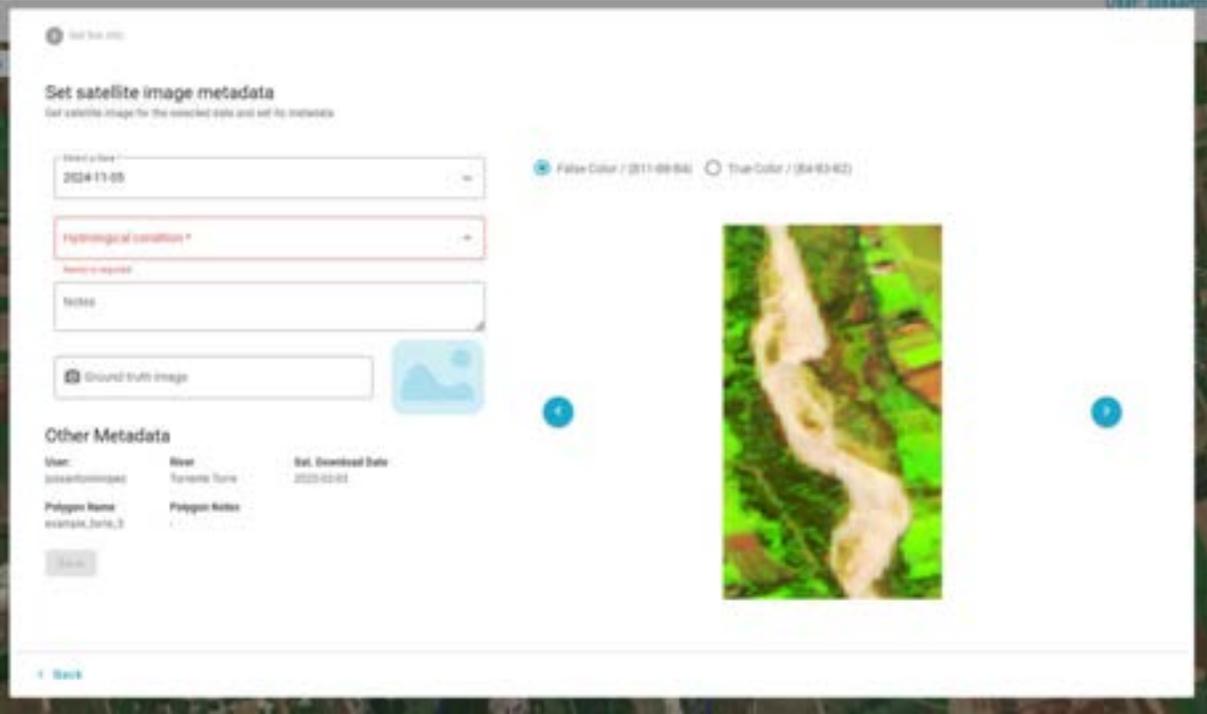
Date un'occhiata!

Il sistema ci informa che abbiamo aggiunto nuove date. Se ricordate, avevamo 23 date. Ora ne abbiamo un totale di 47. Pertanto, abbiamo appena aggiunto 24 nuove date.

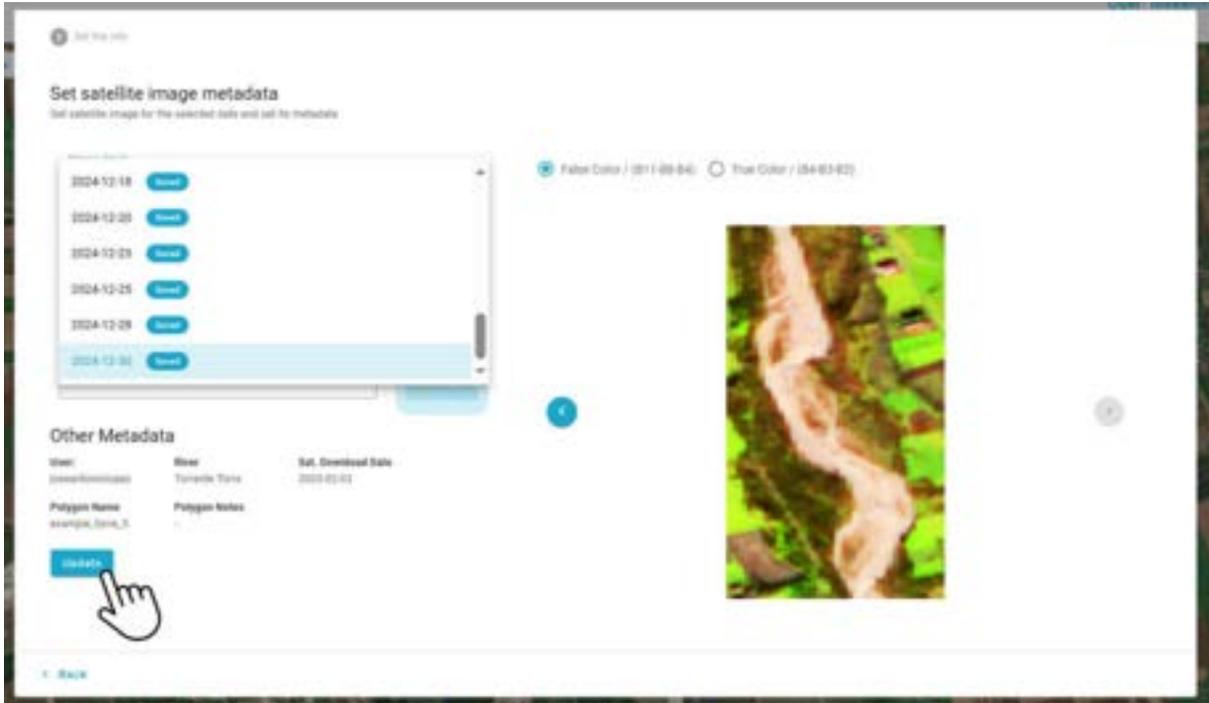


Come nell'esempio precedente, espandiamo il menu a discesa Selected date from existing date range (Date selezionate dall'intervallo di date esistente).

Ora possiamo vedere le nuove 24 date che abbiamo appena aggiunto. Le selezioniamo.



Ora possiamo classificare le nuove immagini, proprio come abbiamo fatto negli esempi precedenti.



Ricorda di fare clic su **Update (Aggiorna)** per salvare eventuali modifiche.

PROSEGUI

Visualizza i dati registrati

In qualunque momento è possibile consultare i dati salvati dei poligoni

[Come si può fare?](#)



1

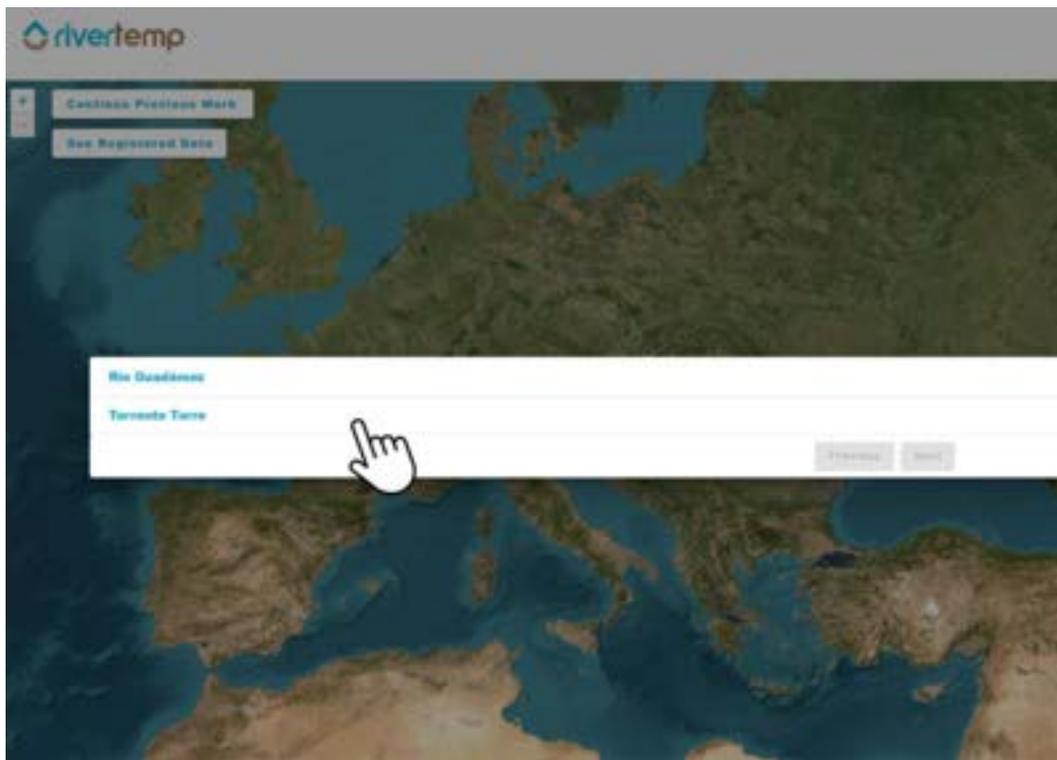
Fare clic su **See Registered Data (Visualizza i dati registrati)** per controllare le classificazioni e i grafici.



2

Seleziona il **fiume** dal menù a tendina.

In questo esempio: **Torrente Torre**



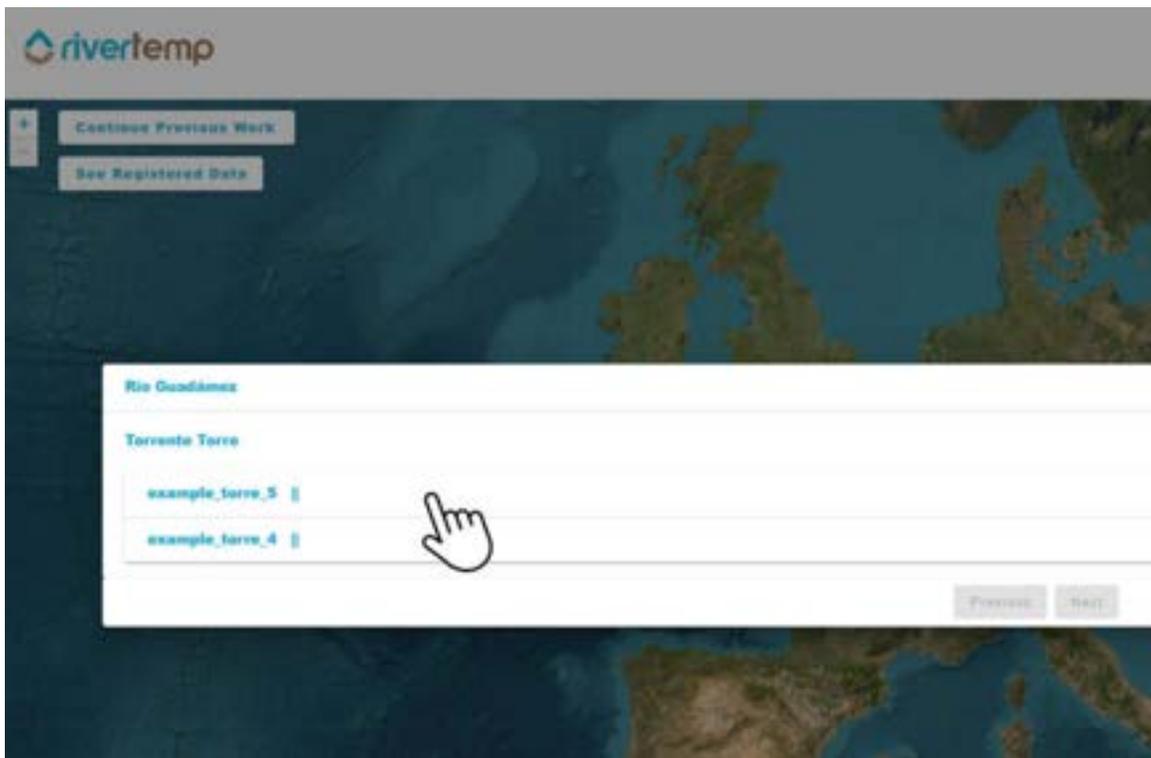
3

Ora seleziona il **poligono**.

In questo esempio: **example_torrente_5**

Nota:

In questo fiume, abbiamo creato 2 diversi poligoni.



4

Ora puoi consultare tutti i dati che vuoi.

Per esempio, il **grafico della condizione idrologica**.

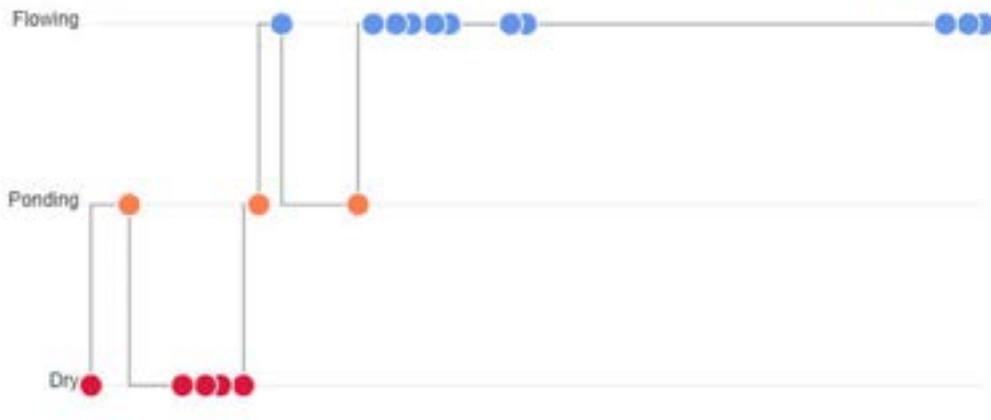
Fare clic sul pulsante.



5

Si nota che ora vengono visualizzati i punti corrispondenti all'ultima classificazione svolta (compresi i mesi di Novembre e Dicembre 2024).

Hydrological Condition chart



Still not classified

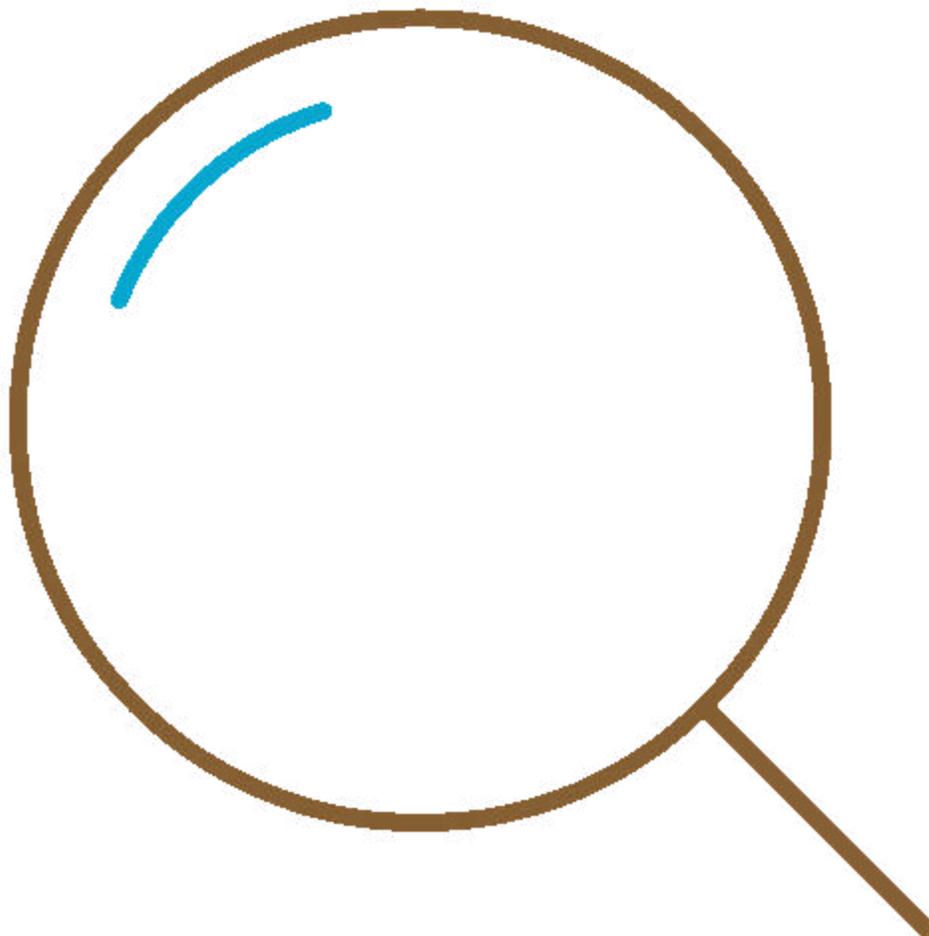


● Flow Status ● Not Classified

PROSEGUI

Lezione 10 di 12

Aree di Interesse



Dalla pagina principale, è possibile anche consultare le altre ROI (Aree di interesse).



Fare clic sulle schede per visualizzare le informazioni.

SELEZIONE IL FIUME

**SELEZIONA IL
POLIGONO**

**VISUALIZZA IL
LAVORO REGISTRATO**

**ESEMPIO: IL GRAFICO
TERNARIO**

Nella **Pagina iniziale (Homepage)**, nella sezione **Regions of interest (Aree di interesse)**, selezione il **fiume**.



Choose a river from the list to see their registered work

SELEZIONE IL FIUME

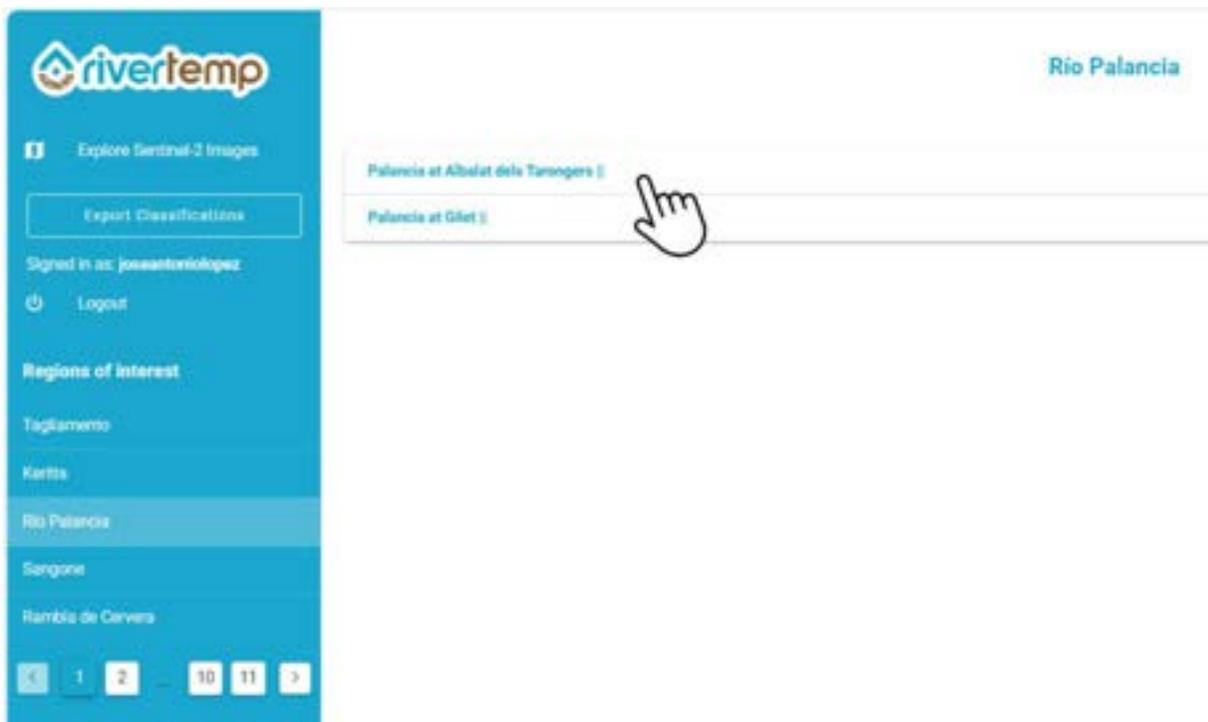
SELEZIONA IL
POLIGONO

VISUALIZZA IL
LAVORO REGISTRATO

ESEMPIO: IL GRAFICO
TERNARIO

Una volta selezionato il fiume, selezionare la **ROI**.

Ricorda: lo stesso fiume può avere più **ROI**.



SELEZIONE IL FIUME

**SELEZIONA IL
POLIGONO**

**VISUALIZZA IL
LAVORO REGISTRATO**

**ESEMPIO: IL GRAFICO
TERNARIO**

In questa schermata possiamo visualizzare tutti i dati di questa ROI:

- Immagini satellitari
- Condizione Idrologica
- Grafico dell'Idrotipo
- Grafico della Condizione Idrologica

Polivento al Glini (1)

Select a specific date to view the registered work.

Select a date *

False Color / (B11-B3-B4)
 True Color / (B4-B3-B2)

Date of image: 2023-12-21

Processing: Pending

Click the image to zoom. Previous: [arrow] Next: [arrow]

Notes:

[Hydrology Chart](#)
[Hydrological Discharge Chart](#)



Other Metadata:

Author	Owner	URL	Download Date	Polygon Name	Polygon Notes
Isabella Stronchi	Sto Polivento		2023-06-21	Polivento al Glini	

SELEZIONE IL FIUME

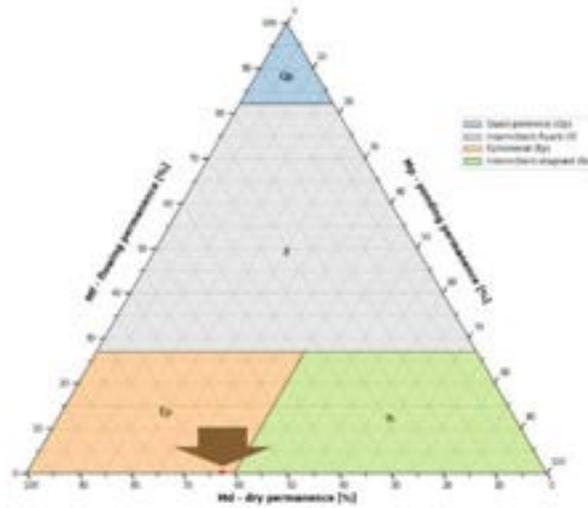
**SELEZIONA IL
POLIGONO**

**VISUALIZZA IL
LAVORO REGISTRATO**

**ESEMPIO: IL GRAFICO
TERNARIO**

12/31/2022 - 06/19/2023

Temporary River Classifier (TRC) of Rio Palancia at Palancia at Gilet from 2022-12-31 to 2023-06-19



Ephemeral

Mf: 0

Cloudy Images: 31.43

Md: 62.5

Revisit Time: 4

Mp: 37.5

Effective revisit time: 7

PROSEGUI

Esporta le classificazioni



Per **esportare** dati dei poligoni, è necessario seguire i seguenti passaggi:

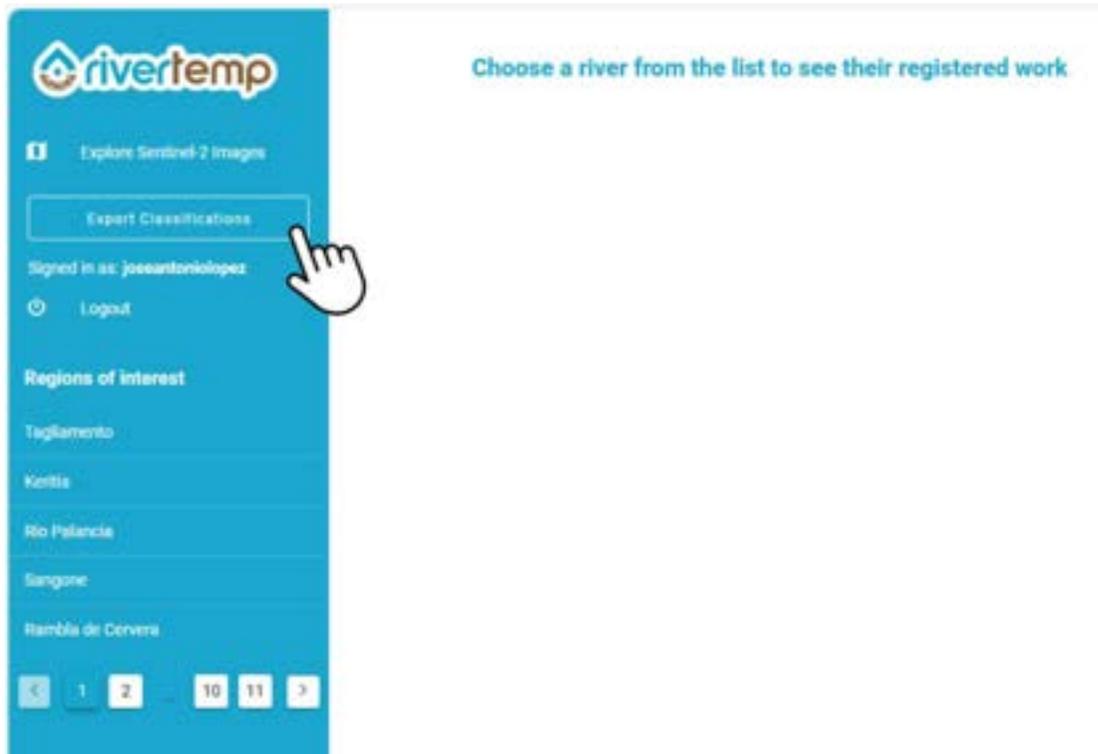
Passaggio 1

Torna alla **home page**.



Passaggio 2

Fare clic su **Export Classification (Esporta classificazione)** per scaricare le classificazioni salvate nello strumento.



Passaggio 3



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

Export Classifications

Export all classifications for reach

River

Torrente Torre

Select the river



Export All Dates



Export Only Current User

Export All Classifications 

Reach

example_torre_5

Select the reach you wish to export

Close

Export Classifications

Export all classifications for reach

River
Torrente Torre

Select the river

Reach
example_torre_5

Select the reach you wish to export

Export All Dates Export Only Current User

[Export All Classifications](#)

[Close](#)

Intervallo di date

Selezionare la data iniziale e finale.

Nota:

Se si stanno esportando tutti i dati disponibili, non è necessario selezionare questo campo.



Fiume

Selezionare il fiume.

Export Classifications

Export all classifications for reach

River
Torrente Torre

Select the river

Reach
example_torre_5

Select the reach you wish to export

Export All Dates Export Only Current User

[Export All Classifications](#)

[Close](#)

Tratto

Selezionare il poligono.



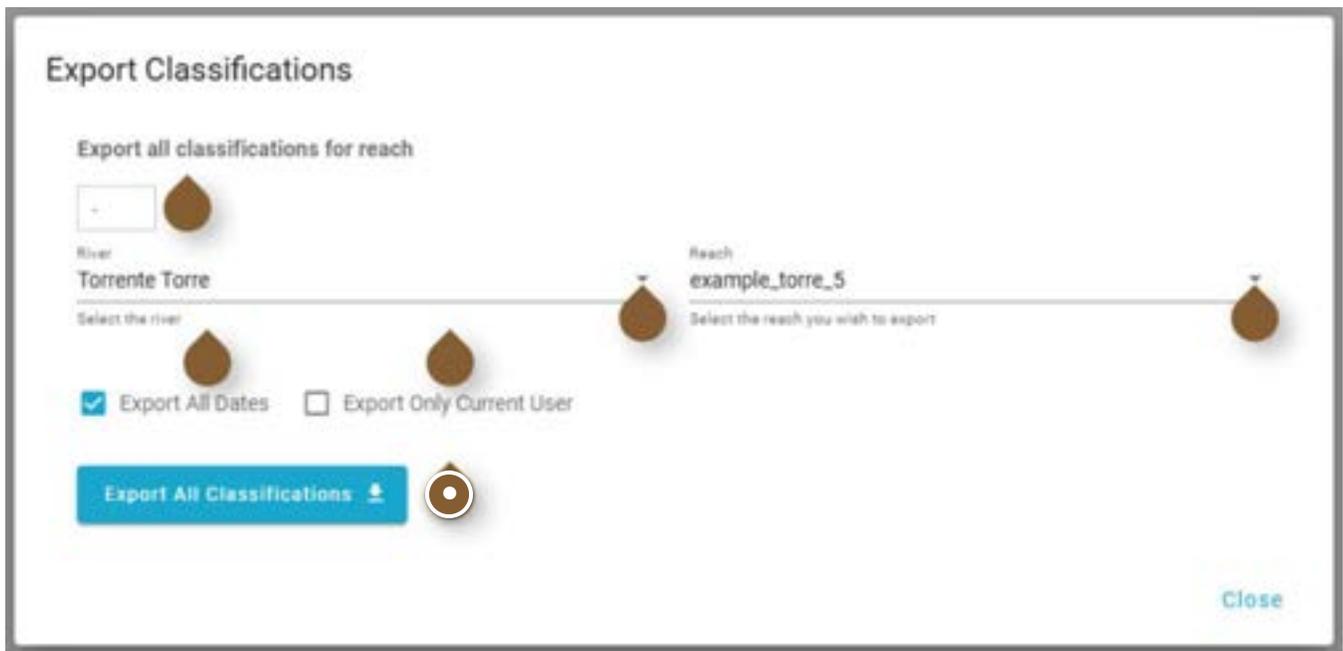
Tutti gli Utenti

Selezionare questa casella se si desidera mostrare tutti i fiumi e i poligoni disponibili nello strumento, sia i propri che quelli di altri utenti.



Utente Attuale

Se si seleziona questa casella, si filtreranno solo i fiumi e i poligoni da te creati.



Esporta Tutte le Classificazioni

Facendo clic su questo pulsante si esporta un file **.xlsx**.



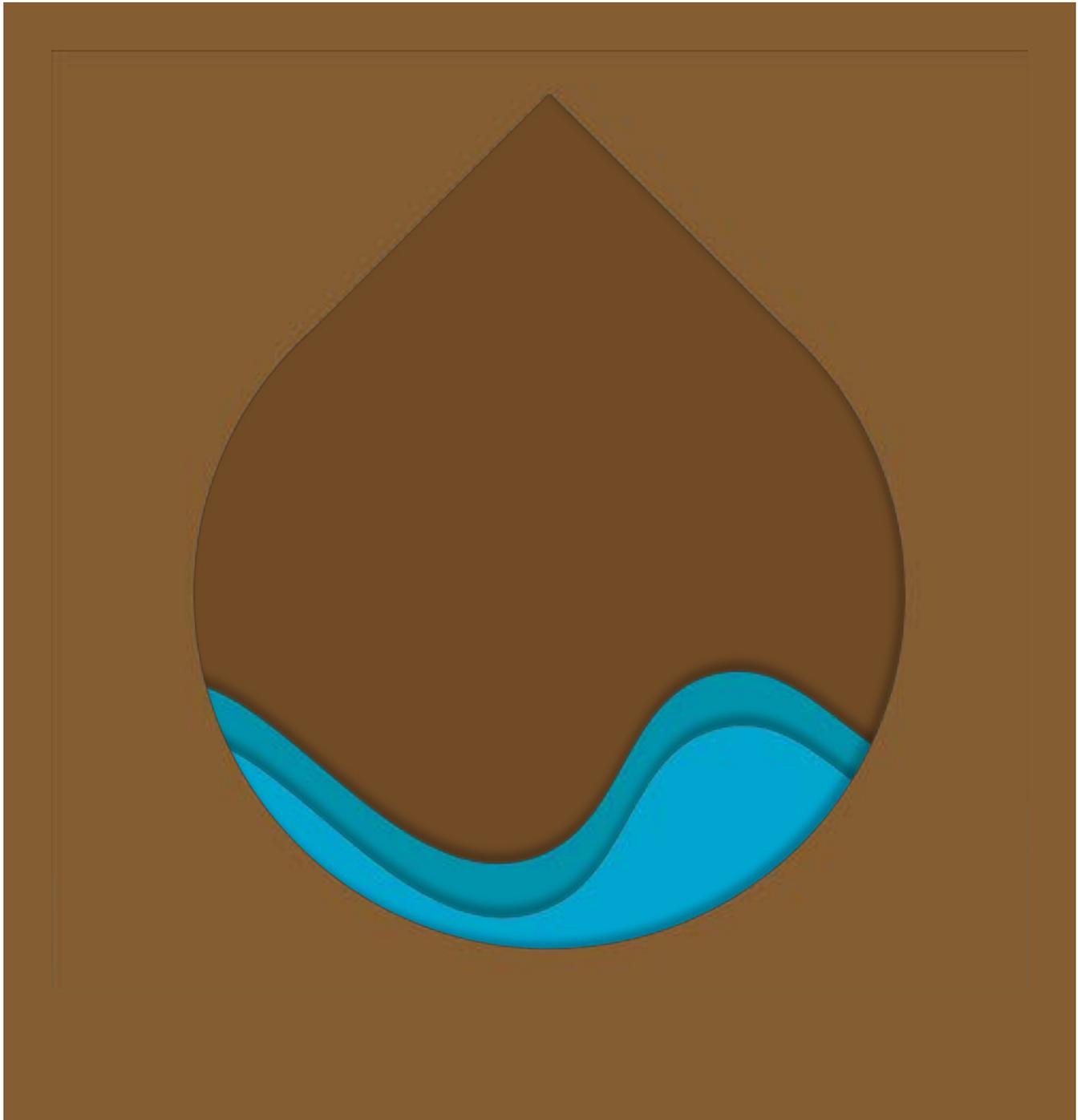
Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

	A	B	C	D	E
1	Date	River	Polygon	Classification	User
2	2024-09-04	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
3	2024-09-06	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
4	2024-09-09	Torrente Torre	example_torre_5	Ponding	joseantoniolopez
5	2024-09-11	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
6	2024-09-14	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
7	2024-09-16	Torrente Torre	example_torre_5	Dry	joseantoniolopez
8	2024-09-19	Torrente Torre	example_torre_5	Dry	joseantoniolopez
9	2024-09-21	Torrente Torre	example_torre_5	Dry	joseantoniolopez
10	2024-09-24	Torrente Torre	example_torre_5	Dry	joseantoniolopez
11	2024-09-26	Torrente Torre	example_torre_5	Ponding	joseantoniolopez
12	2024-09-29	Torrente Torre	example_torre_5	Ponding	joseantoniolopez
13	2024-10-01	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
14	2024-10-04	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
15	2024-10-09	Torrente Torre	example_torre_5	Ponding	joseantoniolopez
16	2024-10-11	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
17	2024-10-14	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
18	2024-10-16	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
19	2024-10-19	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
20	2024-10-21	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
21	2024-10-24	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
22	2024-10-26	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
23	2024-10-29	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
24	2024-10-31	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
25	2024-11-03	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
26	2024-11-05	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
27	2024-11-08	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
28	2024-11-10	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
29	2024-11-13	Torrente Torre	example_torre_5	Cloudy	joseantoniolopez
30	2024-11-15	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez
31	2024-11-18	Torrente Torre	example_torre_5	Flowing	joseantoniolopez

File .xlsx esportato con tutti i dati dei poligoni dell'esempio

PROSEGUI

Fine



Congratulazioni!

Hai **completato** questo modulo.

Confidiamo che questo viaggio abbia aumentato le tue conoscenze sull'uso dello strumento di classificazione RiverTemp.

Passiamo al **modulo 5!**

MODULE 5: Analisi delle serie temporali e modellazione idrologica

rivertemp

 Co-funded by the European Union



Questo modulo ti insegnerà come integrare la modellazione idrologica con le immagini satellitari classificate. Questa integrazione aiuterà a determinare meglio l'intensità dell'intermittenza del flusso e a comprendere il comportamento effettivo dei fiumi temporanei.

INIZIAMO!

1. OBIETTIVI. COMPETENZE ATTESE. INTRODUZIONE

 **Obiettivi e Competenze attese**

2. ANALISI DELLE SERIE TEMPORALI DI IMMAGINI SATELLITARI

 **Analisi delle serie temporali di immagini satellitari**

3. INTEGRAZIONE DELLA MODELLAZIONE IDROLOGICA CON LE INFORMAZIONI DELLE SERIE TEMPORALI DI IMMAGINI SATELLITARI

Integrazione della modellazione idrologica con le informazioni delle serie temporali di immagini



— satellitari

4. LIMITAZIONE DELLE IMMAGINI SATELLITARI

— Limitazione delle immagini satellitari

5. ESEMPIO: CASO DI STUDIO DEL BACINO KERITIS, CHANIA, CRETA (GRECIA) CON L'UTILIZZO DEL MODELLO KARST-SWAT

— Esempio: Caso di studio del bacino Keritis, Chania, Creta (Grecia)

6. DOMANDE FINALI

— Domande finali

7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

— Riferimenti bibliografici

8. FINE

— Fine

Obiettivi e Competenze attese



I **4 Obiettivi e Competenze attese** di questo modulo sono i seguenti:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

1



2

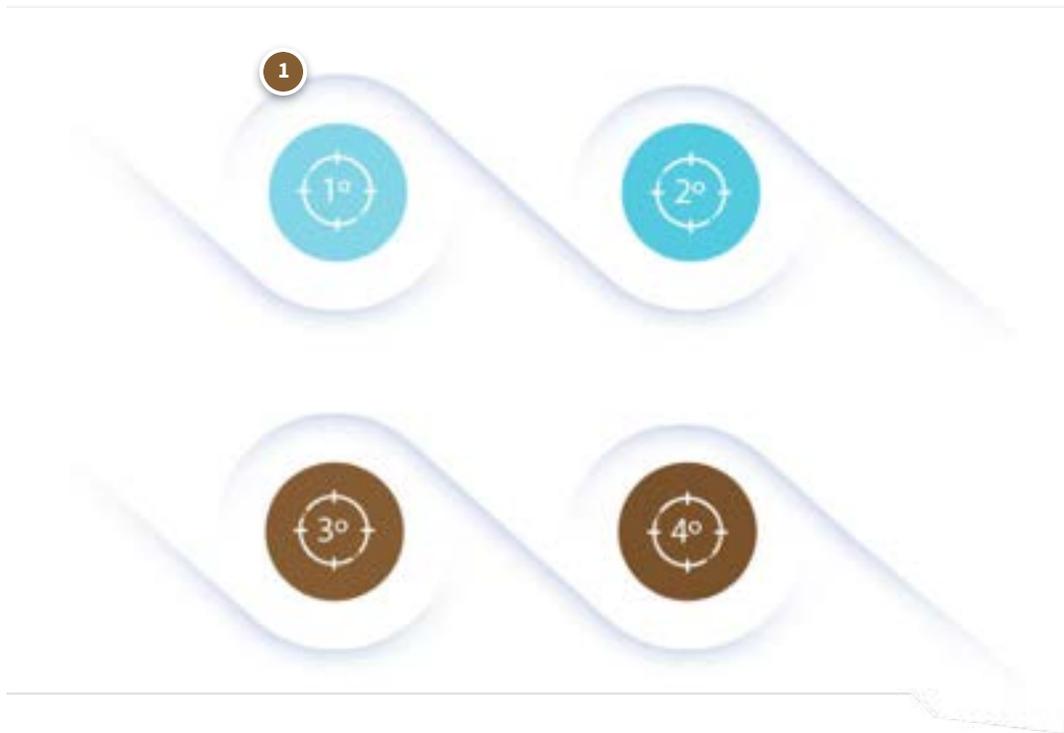


3



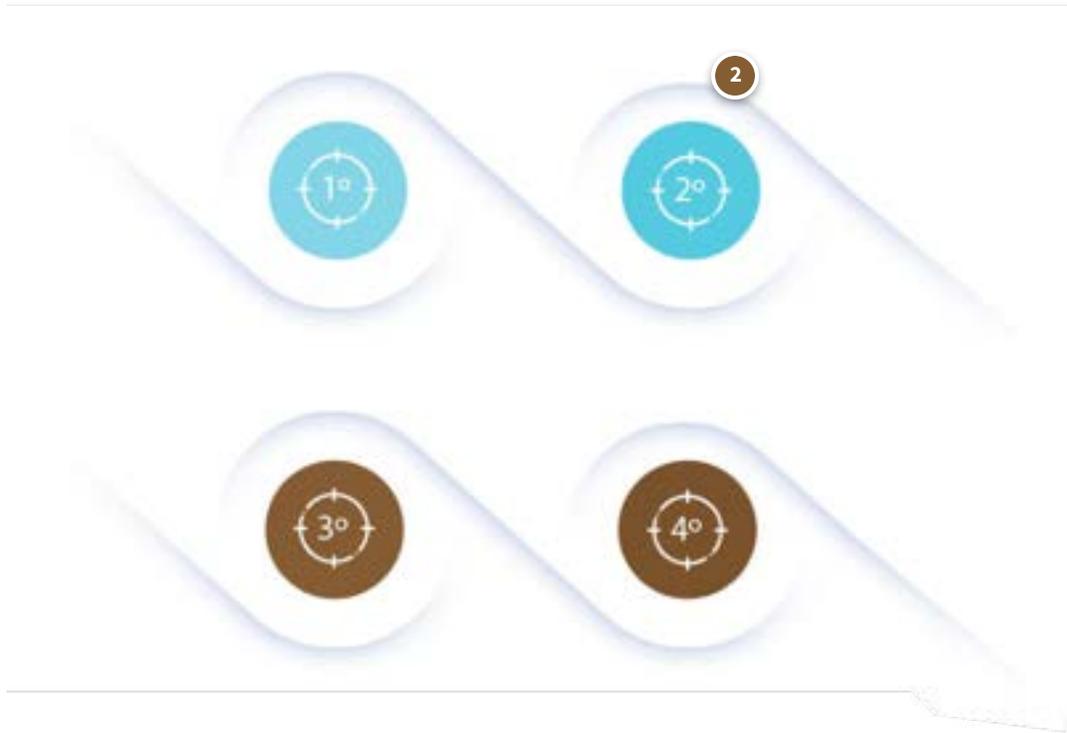
4





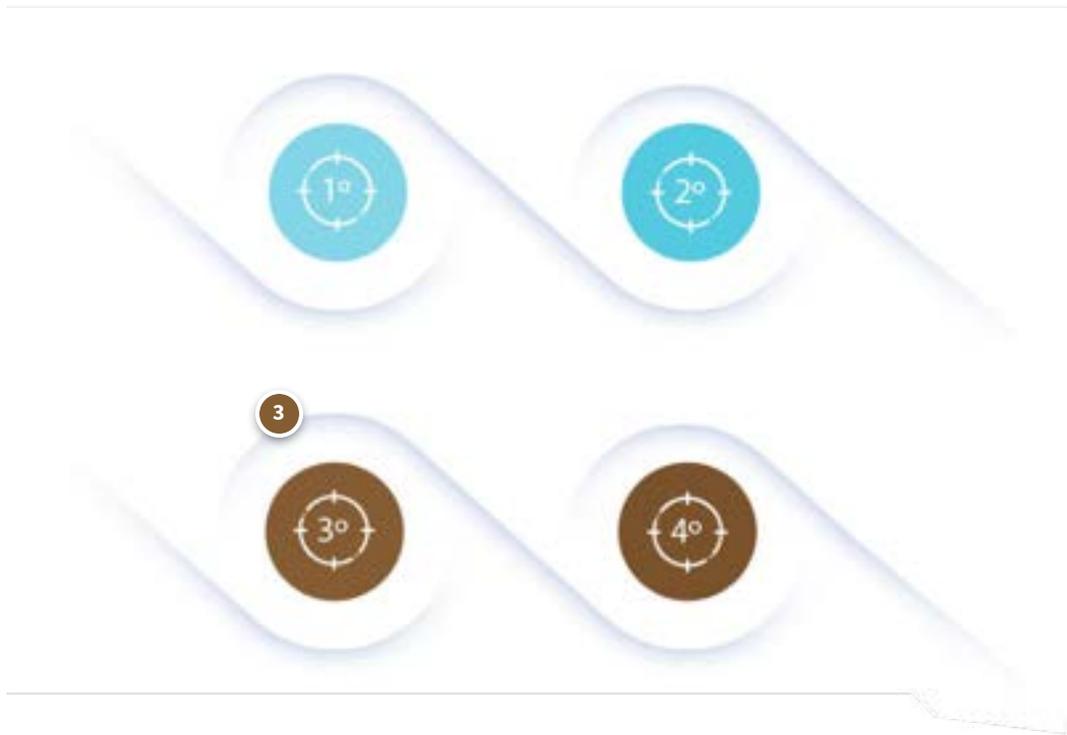
1

Imparare come si **analizzano le serie temporali** di immagini satellitari.



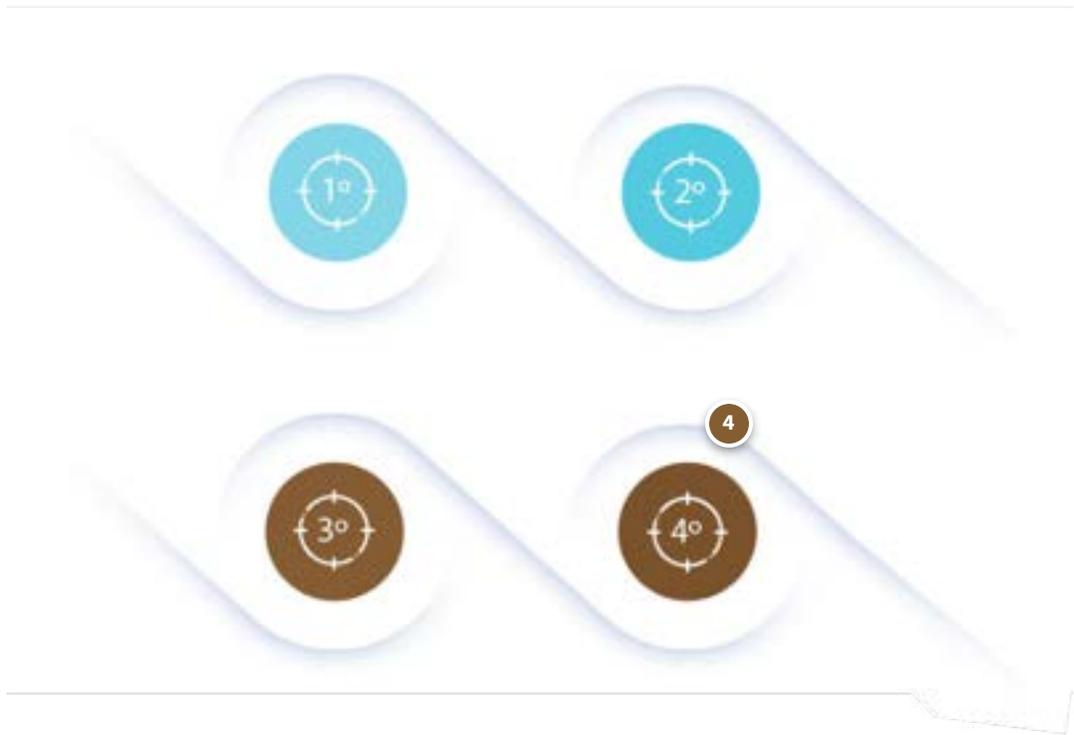
2

Comprende i **limiti dei dati satellitari e della modellazione idrologica.**



3

Capire come **integrare i risultati di modelli idrologici con le immagini satellitari.**



4

Seguire un **esempio pratico** sul **fiume Keritis, Chania** (Grecia).

PROSEGUI

Analisi delle serie temporali di immagini satellitari



Nei moduli precedenti, è stato dimostrato che le immagini satellitari possono essere utilizzate per valutare le condizioni idrologiche di un fiume temporaneo e determinare se il fiume è in una:



F

condizione di Flusso
continuo



P

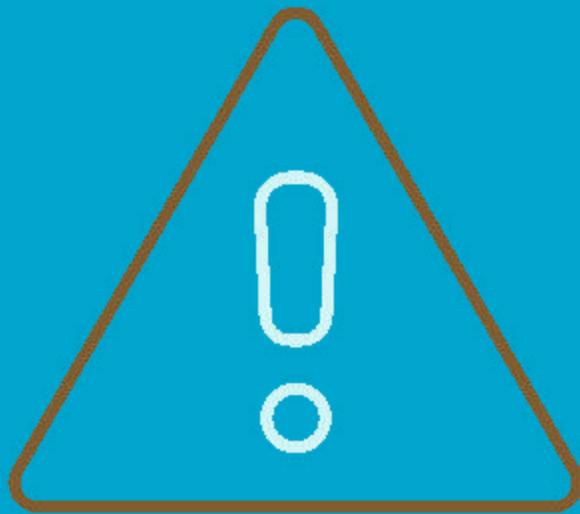
condizione di
Stagnazione



D

condizione di Secca

PROSEGUI



IMPORTANTE

Da una prospettiva idrologica ed ecologica, uno degli approcci più diffusi per stimare la frequenza e la durata dei periodi di secca si basa sulla distinzione di tre diverse condizioni idrologiche.



**Fare clic sul pulsante INIZIO > per vedere le informazioni e
clicca sull'immagini per ingrandirle.**



Fiume Sciarapotamo, Salerno (IT) nelle 3 condizioni idrologiche F) flusso continuo, P) stagnazione, e D) secca.

Condizione di Flusso continuo (Flowing, F)



Flusso d'acqua continuo e visibile lungo il tratto fluviale analizzato.

La condizione di scorrimento è facilmente rilevabile in quanto nel canale fluviale è presente un flusso superficiale continuo.

Condizione di Stagnazione (Ponding, P)



Presenza discontinua di acqua; l'acqua di superficie si trova in stagni isolati, pozze o porzioni dell'alveo di magra.

La condizione di stagnazione è più ambigua delle altre, perché comprende stati intermedi in cui l'acqua di superficie è presente lungo il canale fluviale, distribuendosi in zone di ristagno isolate, pozze o porzioni sommerse dell'alveo di magra. Questa condizione è tipicamente stabile quando c'è una connessione significativa con le acque sotterranee o quando ci sono flussi iporreici che collegano l'alveo e la falda acquifera.

Condizione di Secca (Dry, D)



Assenza di acque superficiali, con alveo asciutto.

La condizione di alveo secco implica l'assenza di acque superficiali che inducono l'alveo asciutto, ed è generalmente dovuta alla completa disconnessione del fiume con le acque sotterranee.

Riferimenti bibliografici:

(Cavallo et al., 2022)

Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

Come risultato finale del processo di classificazione per un intervallo temporale, le metriche che si usano **Mf, Mp e Md**, rappresentano rispettivamente la permanenza temporale delle condizioni idrologiche di **flusso continuo, stagnazione e secca**, espresso in **percentuale rispetto alle immagini satellitare senza nuvole**.

Nello specifico, queste percentuali sono calcolate sulla base del totale delle immagini classificate (**N_{tot}**).



Si noti che il numero totale di immagini classificate non include le immagini nuvolose.



Fare clic sulle carte per sfogliarle.

$$M_f = \frac{N_{\text{flowing}}^{\circ}}{N_{\text{total}}^{\circ}} \cdot 100$$


N_{flowing} è il numero di immagini classificate come **flusso continuo (flowing)**.

$$M_p = \frac{N_{\text{ponding}}^{\circ}}{N_{\text{total}}^{\circ}} \cdot 100$$


N_{ponding} è il numero di immagini classificate come **stagnazione (ponding)**.

$$Md = \frac{N_{dry}^o}{N_{total}^o} \cdot 100$$

N_{dry} è il numero di immagini classificate come **secca (dry)**.

Per definizione stessa, la somma di questi tre parametri equivale al 100%.

PROSEGUI

**Tempo effettivo di
rivisitazione**

Il **Tempo effettivo di rivisitazione (Effective revisit time, ERT)** rappresenta il tempo medio effettivo trascorso tra due immagini classificate, escludendo quelle nuvolose. Questo parametro è calcolato come segue:



Fare clic sulle carte per sfogliarle.

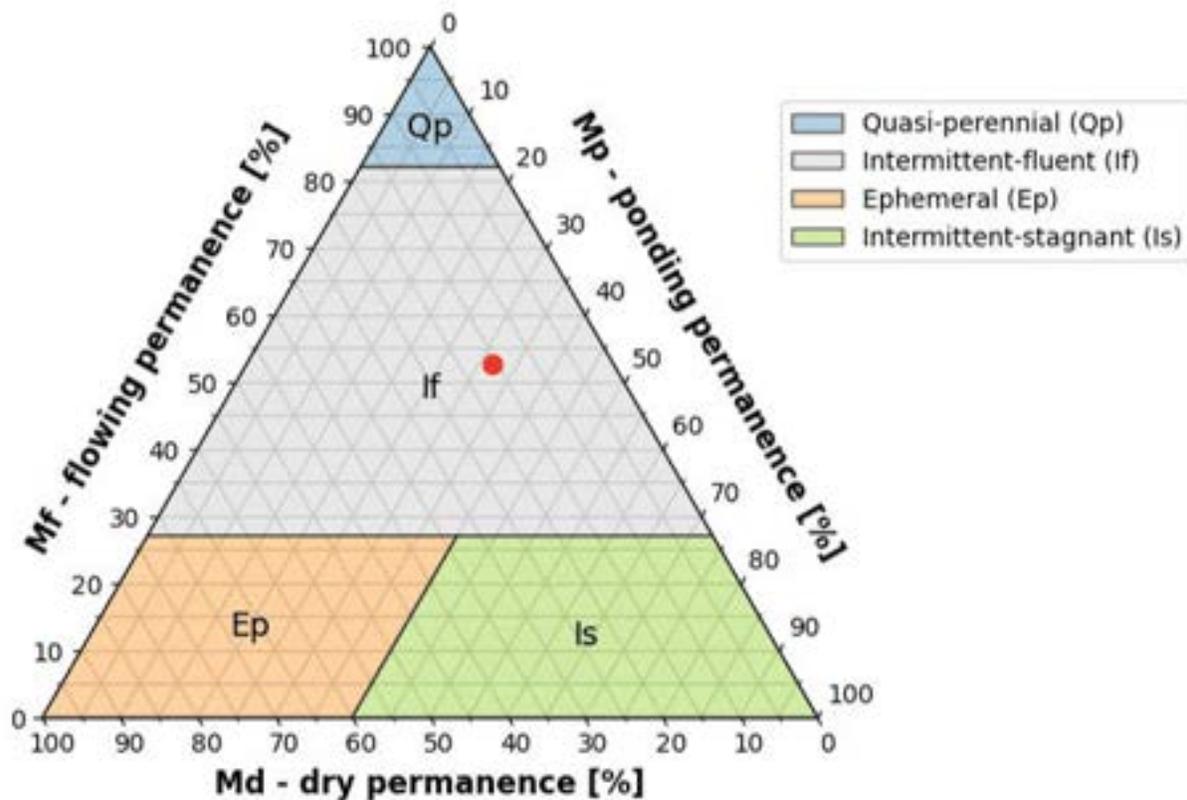
$$ERT = \frac{N_{days}^o}{N_{total}^o} \text{ (days)}$$

Dove **N_{days}** è il numero di giorni del periodo investigato.

Per esempio:

equivale a 365 giorni se il periodo analizzato è un anno.

Una volta che le permanenze di ciascuna condizione idrologica (**Mf**, **Mp** e **Md**) sono state calcolate, è possibile tracciare un punto nel **grafico ternario** e determinare l'**idrotipo relativo**.



Definizione dell'idrotipo utilizzando il diagramma ternario per i fiumi temporanei. Il punto rosso può rientrare in una delle quattro classi seguenti: "Quasi-perenne" ("Quasi-perennial"), "Intermittente-fluente" ("Intermittent-fluent"), "Intermittente-stagnante" ("Intermittent-stagnant") ed "Effimero" ("Ephemeral") (**Munné et al., 2021**).



Munné, A., Bonada, N., Cid, N., Gallart, F., Solà, C., Bardina, M., ... & Prat, N. (2021). A proposal to classify and assess ecological status in Mediterranean temporary rivers: Research insights to solve management needs. *Water*, 13(6), 767.

Esempio

Nell'esempio, i valori sono:

- **Mf**=52.6%
- **Mp**= 31.6%
- **Md**=15.8%

Questi valori indicano che **il tratto di fiume ricade nella categoria di Intermittente-fluente (If, l'area in grigio)**.

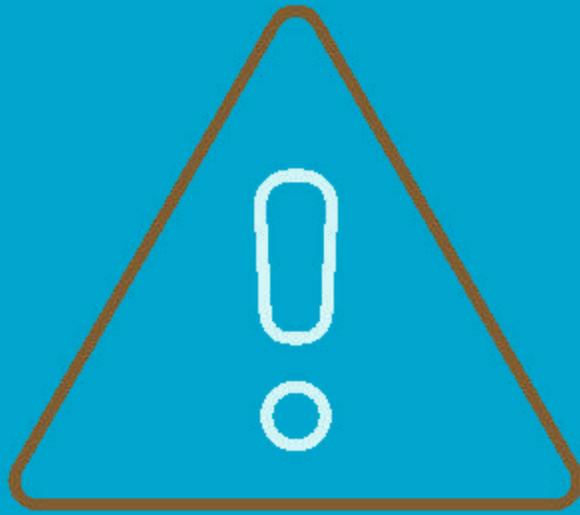
PROSEGUI

Integrazione della modellazione idrologica con le informazioni delle serie temporali di immagini satellitari



RIVERTEMP

Integrazione della modellazione idrologica con le informazioni delle serie temporali di immagini satellitari.



IMPORTANTE

L' **integrazione di un modello idrologico e delle immagini satellitari** permette di determinare la condizione idrologica su base giornaliera, colmando le lacune temporali tra un'immagine satellitare e l'altra.

La rete fluviale temporanea soffre di una mancanza di rappresentazione nei dataset idrologici digitali disponibili poiché **i sistemi tradizionali di misurazione della portata sono generalmente installati nei fiumi perenni.**

Inoltre, **le stazioni idrometriche tradizionali misurano solo la portata superficiale in un punto o in una sezione trasversale.** Nei fiumi temporanei, questo tipo di misurazione ha mostrato dei limiti nel rappresentare l'effettiva estensione e la variabilità spaziale delle aree sommerse lungo l'alveo (ad esempio, durante la condizione di stagnazione).

Pertanto, è estremamente difficile collegare direttamente le portate registrate all'effettiva presenza di acqua superficiale nei corsi d'acqua temporanei. **La modellazione idrologica può essere sfruttata per simulare la portata di un fiume quando non sono presenti stazioni idrometriche.**

In ogni caso, entrambe le serie temporali di portate misurate e predette possono essere verificate **usando le immagini satellitari disponibili.**



Fare clic sulle carte per sfogliarle.

Cosa
significa?

Questo significa che una portata simulata può essere correlata ad una specifica condizione idrologica (flusso continuo, stagnazione e secca).

Inoltre:

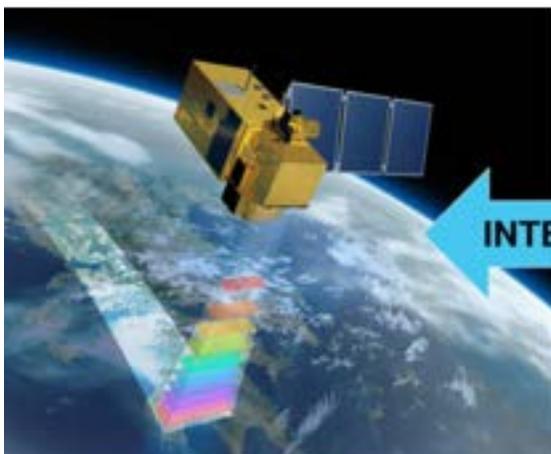
Se un modello idrologico viene integrato con successo con le immagini satellitari, le sue prestazioni di previsione possono aumentare e possono persino essere utilizzate per colmare le lacune tra le immagini satellitari.

In altre parole...

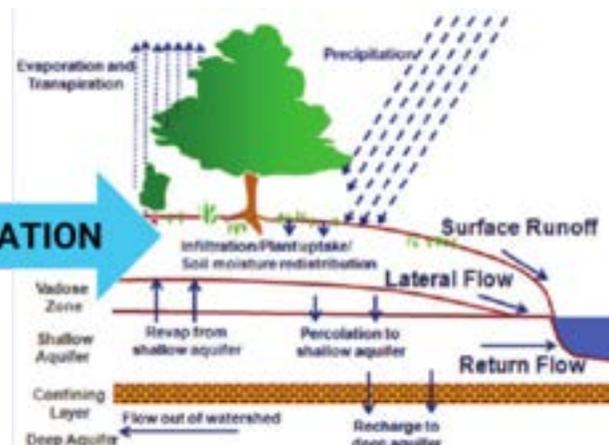
I dati satellitari classificati possono essere utilizzati per validare le previsioni dei modelli idrologici e, a loro volta, i risultati delle simulazioni dei modelli idrologici possono essere utilizzati per la stima delle condizioni idrologiche quando le immagini satellitari non sono disponibili.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Sentinel-2 imagery



Hydrological model

INTEGRATION

Integrazione di immagini satellitari con la modellazione idrologica (fonte immagine di sinistra Agenzia Spaziale Europea (**ESA**), immagine di destra **Neitsch et al., 2011**. Adattata).

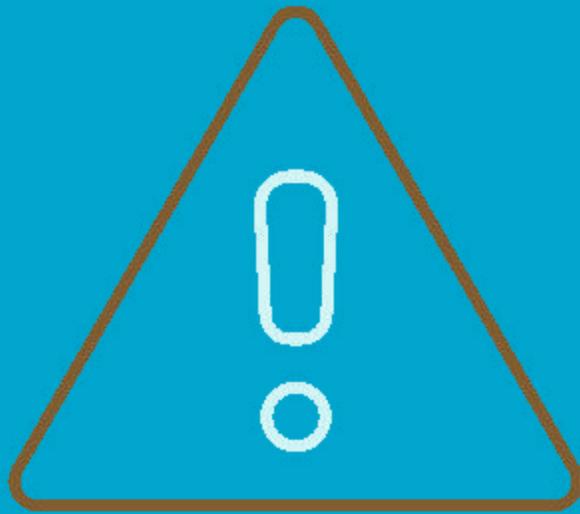




Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2009. Texas Water Resources Institute.



ESA, <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/revisit-coverage>



IMPORTANTE

È importante notare che questo approccio soddisfa la **Direttiva Quadro Acque** ("Water Framework Directive" WFD, Commissione Europea, 2000) che richiede misurazioni o modellizzazioni continue della portata naturale in tutti i corpi idrici appartenenti agli Stati membri dell'UE.





European Commission. (2000). La Direttiva 2000/60/EC del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 stabilisce per la comunità intera una struttura di azioni nel campo delle politiche per le acque. *Official Journal of the European Communities*, 22(12), 2000.

PROSEGUI

Limitazione delle immagini satellitari

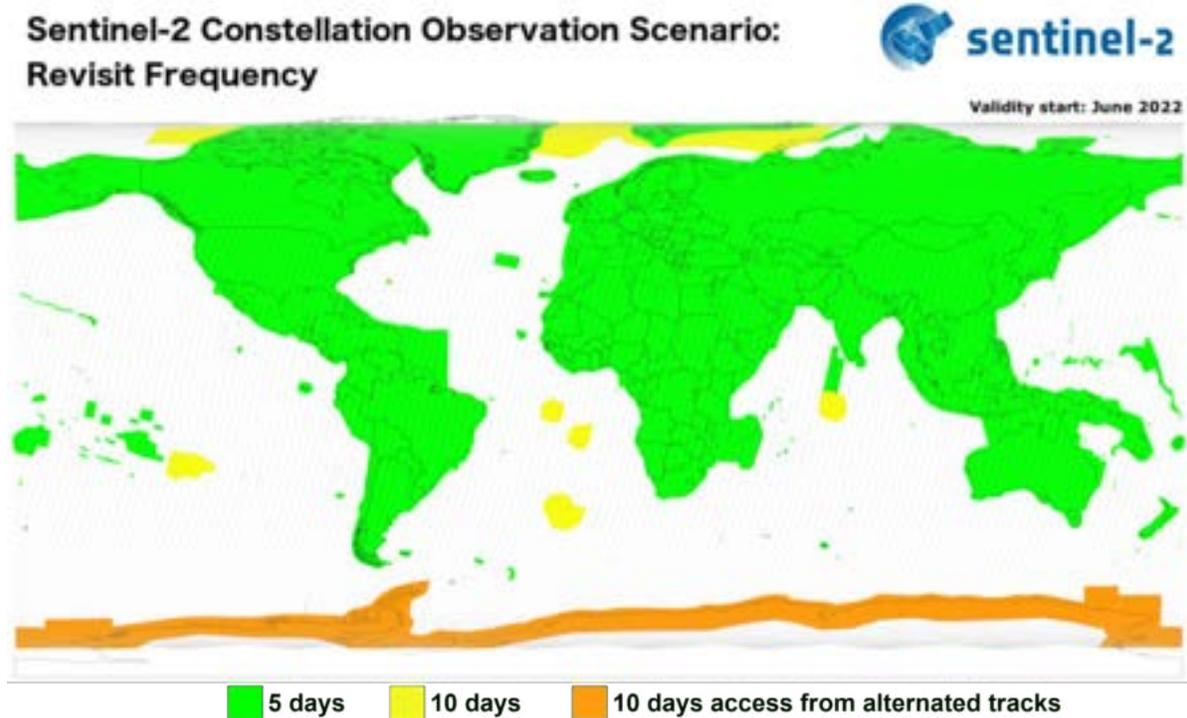


L'integrazione della modellazione idrologica con le immagini satellitari classificate può essere utilizzata per superare le seguenti **limitazioni:**



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

Tempo di rivisitazione elevato

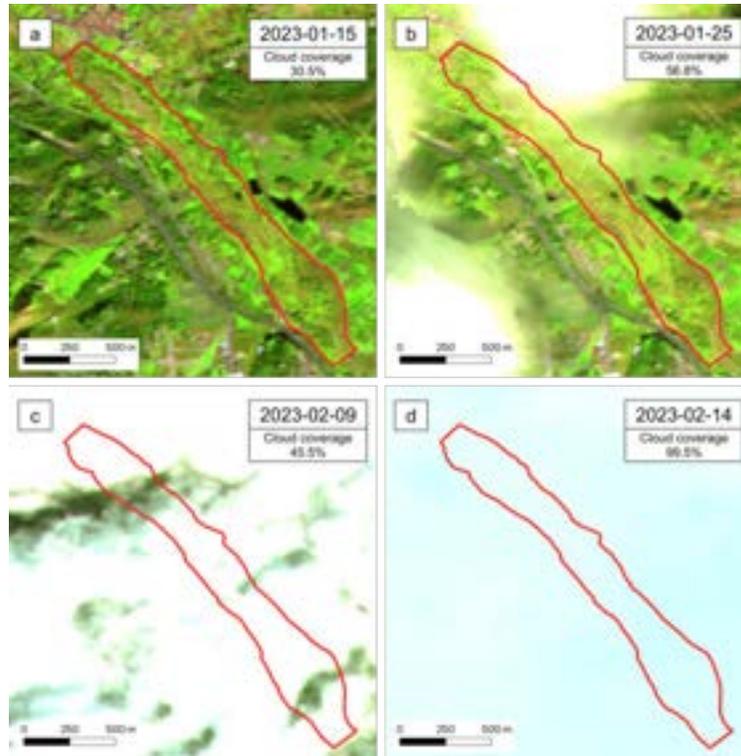


Mappa del tempo di rivisitazione dei satelliti Sentinel-2 (fonte ESA).

Riferimenti: ESA, <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/revisit-coverage>

I satelliti Sentinel-2 non passano quotidianamente sopra una determinata località, ma con un tempo di rivisitazione nominale di **circa 5 giorni** (eccetto che per le aree polari).

Copertura nuvolosa



Diversi esempi di immagini satellitari Sentinel-2 in cui è presente una copertura nuvolosa. a-d) Esempi del fiume Palancia a Gilet (Spagna).

La presenza di nuvole riduce il numero di immagini satellitari classificabili.

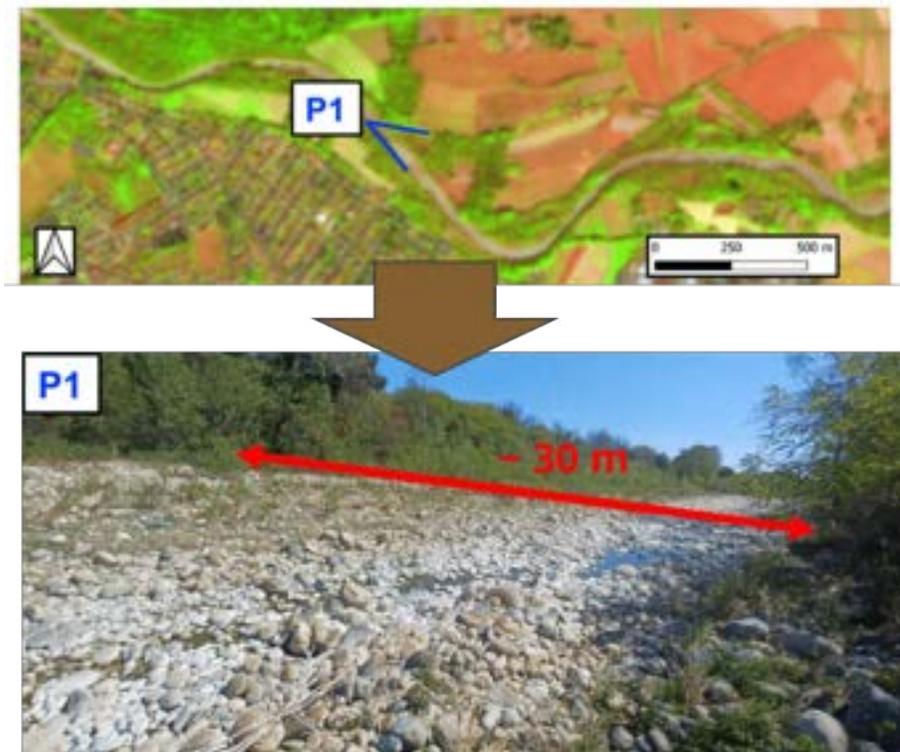
Presenza di zone d'ombra



Esempio di immagine satellitare Sentinel-2 in cui le ombre delle nuvole sono proiettate nel letto del fiume Palancia a Gilet (Spagna).

Le ombre possono essere classificate in modo errato come acqua, poiché i due elementi hanno un comportamento spettrale simile. Le immagini satellitari possono essere ignorate a causa della presenza di ombre prodotte da nuvole, alta vegetazione ripariale e alte sponde del fiume.

Ridotta ampiezza del canale fluviale



Visualizzazione da un'immagine satellitare e da immagini geolocalizzate del tratto del fiume Sangone a Rivalta di Torino (Italia), 2022. Foto di Giammarco Manfreda.

Considerando la risoluzione spaziale dei satelliti Sentinel-2, che va da 10 a 20 m per le bande di interesse, non è possibile interpretare correttamente i canali fluviali con una larghezza media inferiore a 30 m.

Presenza di copertura vegetativa



Copertura vegetativa nel torrente Lurisia (Italia). Foto di Paolo Vezza.

Se il canale attivo è parzialmente o completamente coperto da cupole o chiome di vegetazione, non è possibile recuperare le condizioni idrologiche in corso dalle osservazioni satellitari.

PROSEGUI

Esempio: Caso di studio del bacino Keritis, Chania, Creta (Grecia)



Area di studio



Immagine di Adrian Campfield

L'area di studio utilizzata per l'esempio di modellazione idrologica è il **bacino del fiume Keritis**, situato nella **parte Nord-Occidentale della Prefettura di Chania nell'isola di Creta, Grecia**.

Il **fiume Keritis** è uno dei due principali bacini fluviali del comune di Chania (Grecia). Scorre per **11 km**, drenando un'area di circa 136 km^2 (**Kanta et al., 2013**).





Kanta, A., Soupios, P., Barsukov, P., Kouli, M., & Vallianatos, F. (2013). Aquifer characterization using shallow geophysics in the Keritis Basin of Western Crete, Greece. *Environmental Earth Sciences*, 70, 2153–2165.

La geomorfologia specifica di questo bacino può essere semplificata definendo tre zone principali
(**Dimitriou et al., 2016**):

1

La **zona carsica**.

2

La **zona di transizione**.

3

La **zona pianeggiante**.



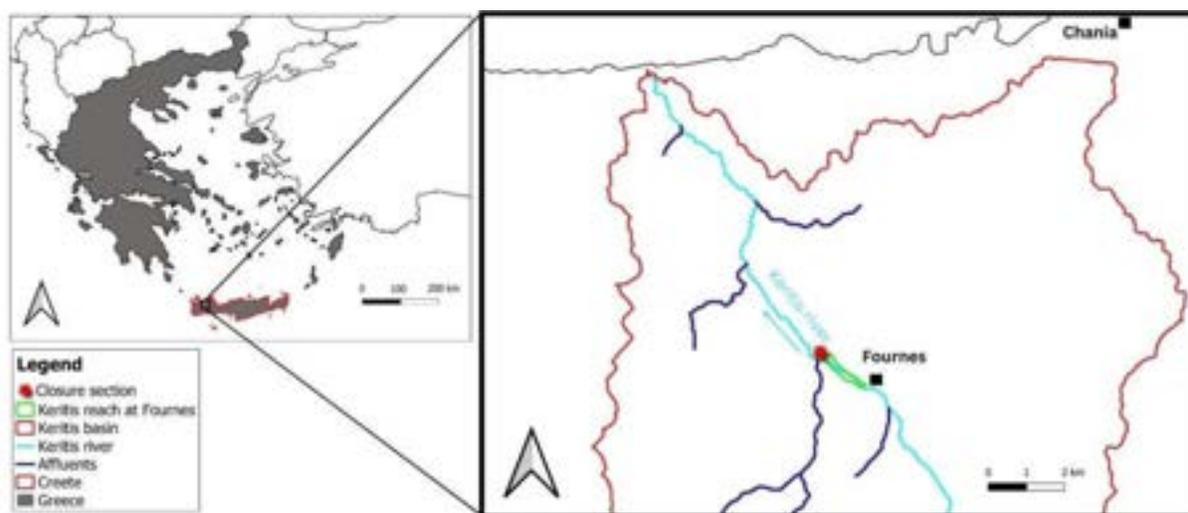


Dimitriou, A., Giannakis, G., Nerantzaki, S., & Nikolaidis, N. P. (2016). Hydrologic and geochemical modeling of Keritis River Basin. Proceedings of the 2nd EWaS International Conference. 1–4 June, 2016, Chania, Crete, Greece. ResearchGate.

All'interno del reticolo idrologico del **bacino del fiume Keritis**, un tratto idro-morfologicamente omogeneo presso **Fournes** è stata scelto come area di studio per l'implementazione dell'approccio integrato che utilizza la classificazione satellitare supervisionata e la modellazione idrologica.



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



Posizione del tratto di fiume Keritis analizzato nella prefettura di Chania, vicino al villaggio di Fournes.

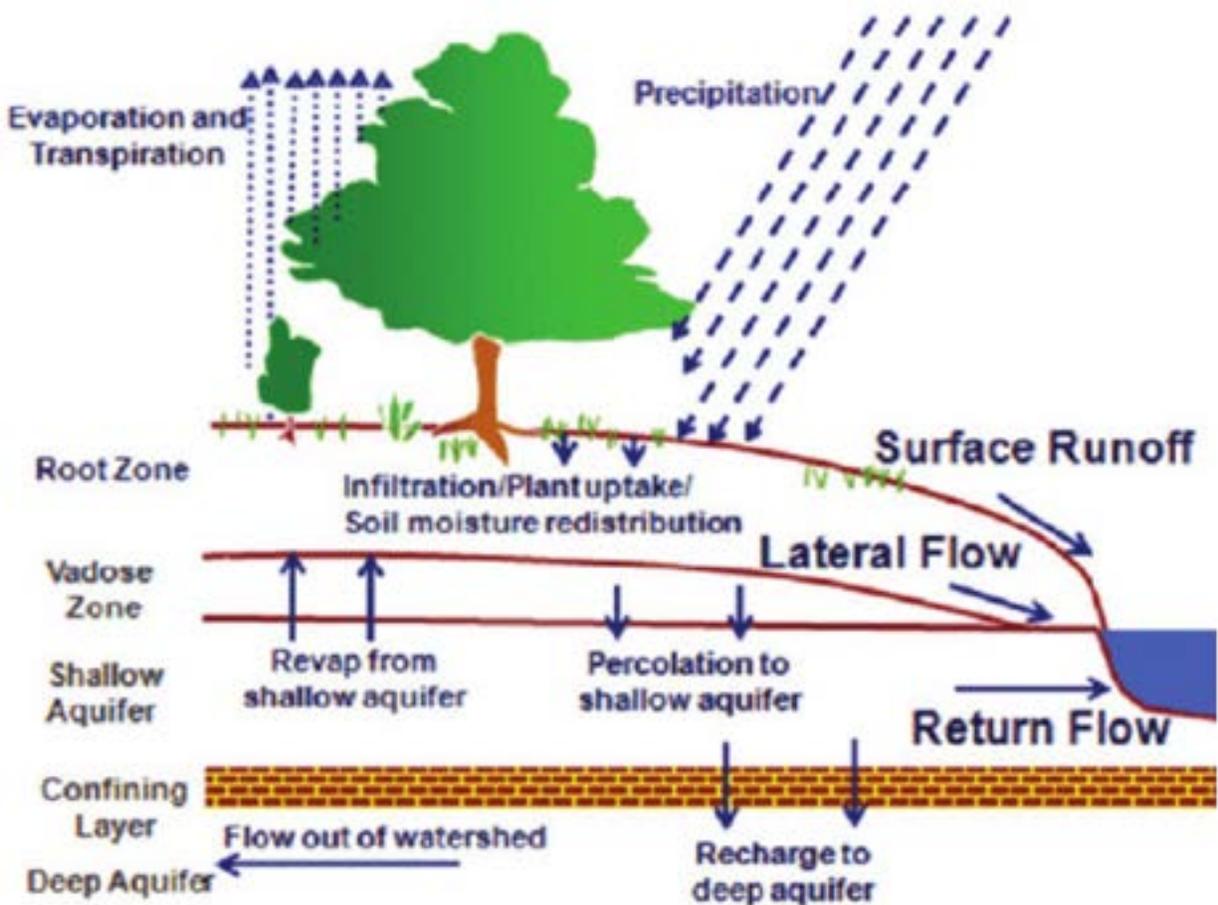
PROSEGUI

Modellazione del bacino idrografico con il modello SWAT

In questo modulo, abbiamo utilizzato il **Soil and Water Assessment Tool (SWAT)** per modellare le portate giornaliere del fiume Keritis a Fournes. **SWAT** è un modello idrologico che valuta l'impatto delle tecniche di gestione del territorio sulle risorse idriche (**Neitsch et al., 2011**).

SWAT è un modello distribuito spazialmente e basato su processi, in grado di simulare diverse componenti del ciclo idrologico, come **le precipitazioni, il deflusso, l'evapotranspirazione, l'umidità del suolo, e trasporto dei nutrienti.**

Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2009. Texas Water Resources Institute.



Rappresentazione schematica di un modello SWAT (**Dimitriou et al., 2016**).



Dimitriou, A., Giannakis, G., Nerantzaki, S., & Nikolaidis, N. P. (2016). Hydrologic and geochemical modeling of Keritis River Basin. Proceedings of the 2nd EWaS International Conference. 1–4 June, 2016, Chania, Crete, Greece. ResearchGate.

Quindi...

Il **modello SWAT** è capace di simulare **la portata superficiale** quando le precipitazioni superano:

- La capacità di assorbimento del suolo.
- Il flusso laterale nella zona vadosa (o zona insatura) al di sopra del livello della falda.
- Il flusso di ritorno dall'acquifero superficiale.

PROSEGUI

Formazioni carsiche

Tuttavia, la **complessità di questo bacino** è dovuta alla presenza estesa di **formazione carsiche** nella parte superiore del bacino. L'**idrologia** delle formazioni carsiche è governata dalle **zone epicarsiche**, le aree non sature caratterizzate da un'**alta conducibilità idraulica** dovute alle grandi fratture.

La **zona epicarsica** è la **zona di drenaggio primario** verso la zona satura, composta da **una matrice rocciosa, a bassa permeabilità**, e **condotti carsici**, canali o tunnel formati nel tempo per erosione della roccia nel tempo, responsabile delle elevate portate nell'acquifero profondo.

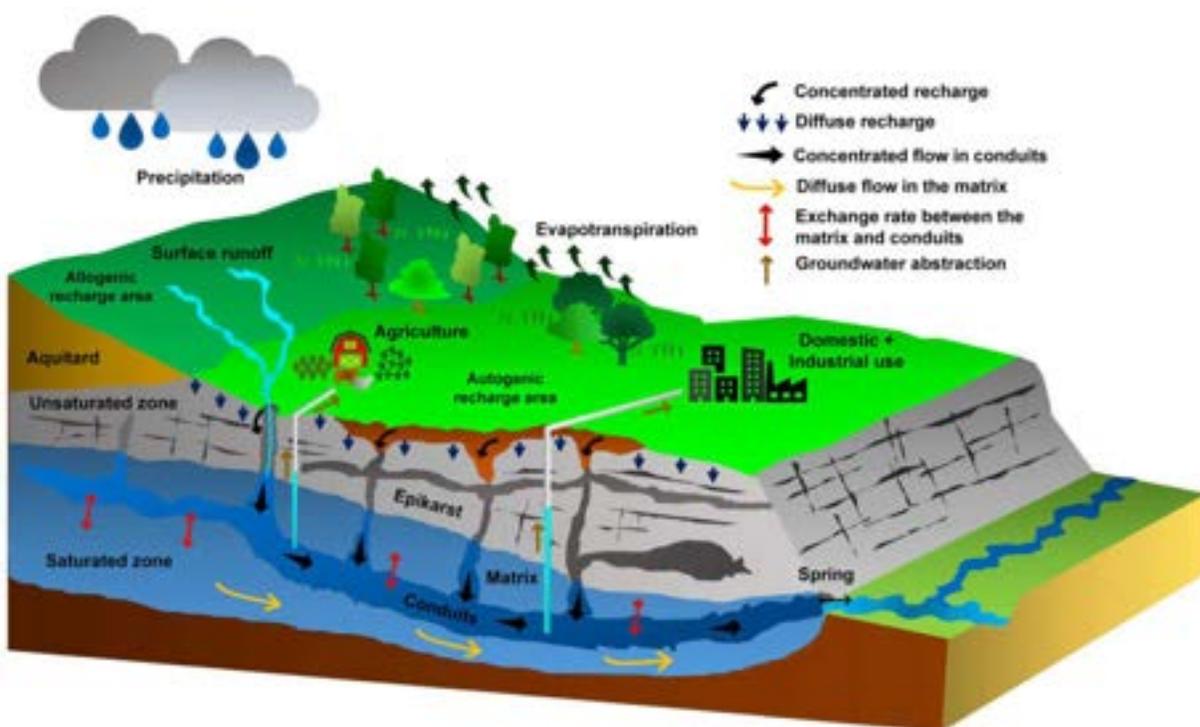
Quando i **condotti dell'acquifero profondo** raggiungono la superficie, danno origine alle **sorgenti carsiche**, di solito nel punto in cui la formazione carsica incontra la zona di transizione. È importante notare che, per il **fiume Keritis**, **il contributo di questo sistema** non è trascurabile, stimato intorno al **60% della portata totale** (Nikolaidis et al., 2013).



Nikolaidis, N. P., Bouraoui, F., & Bidoglio, G. (2013). Hydrologic and geochemical modeling of a karstic Mediterranean watershed. *Journal of Hydrology*, 477, 129-138.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Schema concettuale dei processi idrologici in un sistema carsico (Al Khoury I et al., 2023).





Al Khoury I, Boithias L, Labat D. A Review of the Application of the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) in Karst Watersheds. *Water*. 2023; 15(5):954.

PROSEGUI

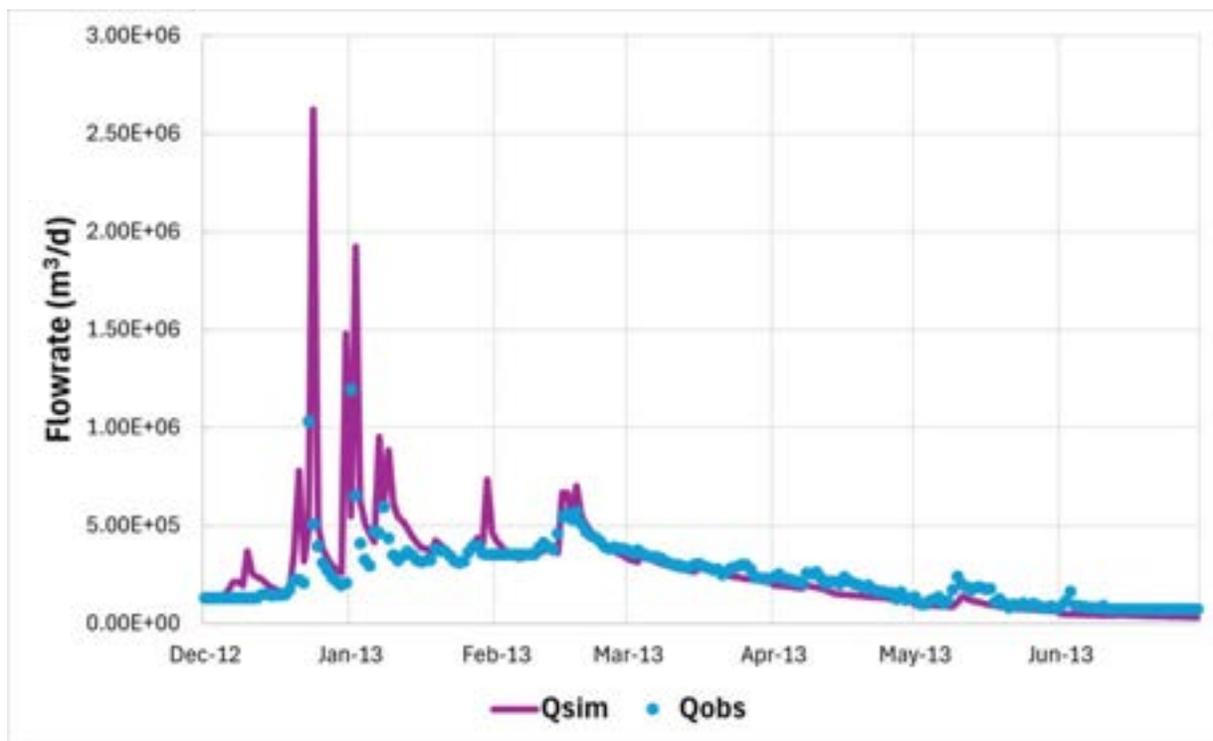
Risultati del modello Karst-SWAT

Nel **modello SWAT**, l'acqua che ricarica l'acquifero profondo è considerata persa dal sistema. A causa della presenza significativa di **formazioni carsiche**, questa limitazione deve essere superata. Per questo motivo, **un modello carsico "Karst" è stato integrato nel modello SWAT per quantificare il contributo delle sorgenti alla portata del fiume Keritis.**

La figura sottostante mostra il **confronto tra le portate osservate nel fiume Keritis e le portate simulate** con il modello integrato karst-SWAT. Sebbene i dati disponibili sul campo siano limitati, **il modello idrologico dimostra la capacità di prevedere l'andamento della portata totale del fiume.**



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Confronto tra la **portata simulata (Qsim)** e la **portata osservata (Qobs)**.

Esempio di performance del modello Karst-SWAT per la portata massima giornaliera del fiume Keritis tra dicembre 2012 e giugno 2013.

PROSEGUI

**Integrazione delle
immagini satellitari con i
modelli idrologici**

L'integrazione della modellazione idrologica e delle immagini satellitari è spiegata di seguito **in tre passaggi:**



Fare clic sulle schede per visualizzare le informazioni.

**PASSAGGIO 1 -
CLASSIFICAZIONE DELLE
IMMAGINI SATELLITARI**

**PASSAGGIO 2 - DEFINIZIONE
DELLE SOGLIE DI PORTATA**

**PASSAGGIO 3 -
IDENTIFICAZIONE
DELL'IDROTIPO**

Prima di tutto, possiamo associare la portata giornaliera modellata alla classificazione dell'immagine satellitare (figura a sinistra).

La classificazione satellitare delle immagini è stata eseguita nel periodo 2019-2023 sulla portata del fiume Keritis. Questa analisi ha rivelato una permanenza delle tre diverse condizioni idrologiche pari a $M_f=56,1\%$, $M_p=36,9\%$ e $M_d=7,0\%$ (figura a destra).

Date (dd/mm/aaaa)	Qtot (m ³ /s)	Satellite classification
05-01-2020	38.41	
06-01-2020	5.85	Cloudy
07-01-2020	5.05	
08-01-2020	4.40	
09-01-2020	4.10	
10-01-2020	3.85	
11-01-2020	5.02	Flowing
12-01-2020	5.86	
⋮	⋮	⋮
30-12-2020	2.75	
31-12-2020	2.68	Flowing
01-01-2021	2.60	

Portata simulata associata con la condizione idrologica ottenuta dalla classificazione delle immagini satellitari

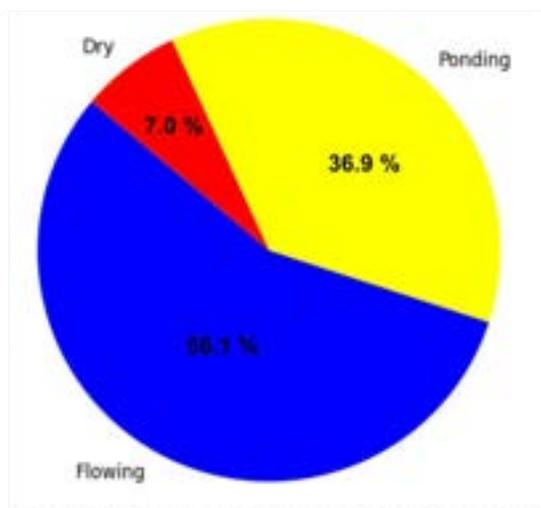


Diagramma a torta che mostra i valori di permanenza di ciascuna condizione idrologica per il fiume Keritis nel periodo 2019-2023

**PASSAGGIO 1 -
CLASSIFICAZIONE DELLE
IMMAGINI SATELLITARI**

**PASSAGGIO 2 - DEFINIZIONE
DELLE SOGLIE DI PORTATA**

**PASSAGGIO 3 -
IDENTIFICAZIONE
DELL'IDROTIPO**

Come secondo passo, è stata creata una **curva di durata della portata (Flow Duration Curve, FDC)** per l'intero periodo analizzato (2019–2023). Le FDC rappresentano la relazione tra l'intensità e la frequenza della portata (vedi figura sottostante).

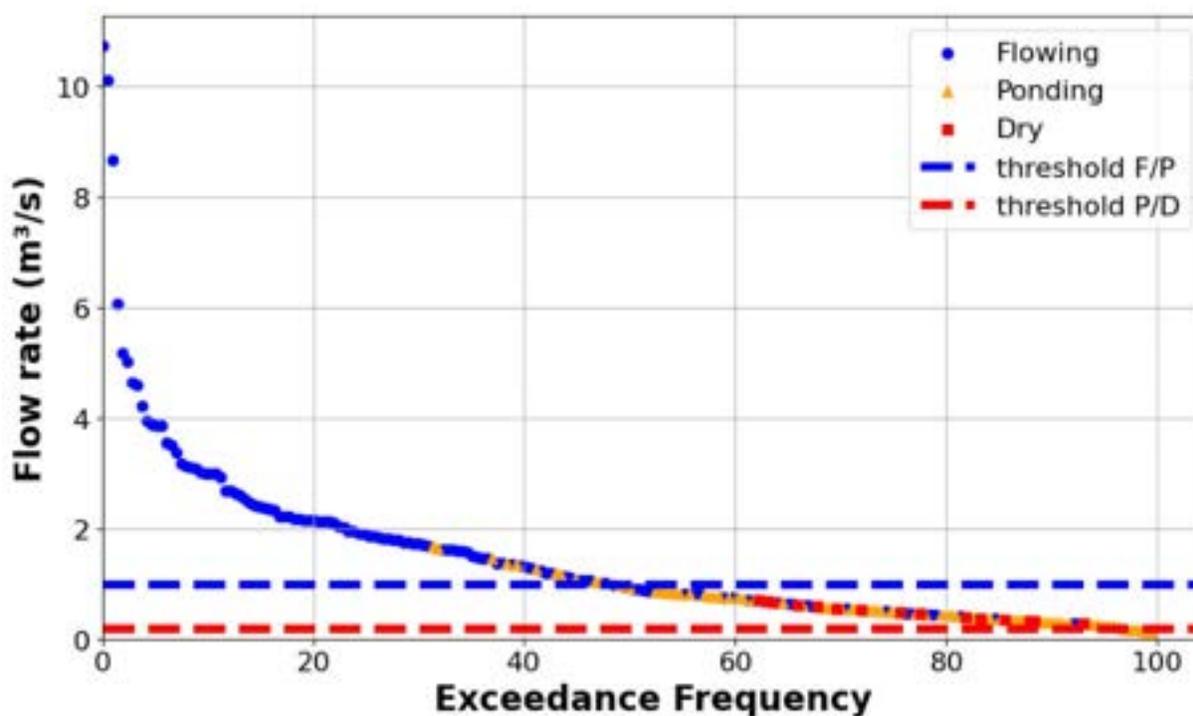
Guardando i risultati, la **FDC** non mostra eventi di portata nulla (vedi figura). Tuttavia, dalle immagini satellitari sono state osservate diverse condizioni di stagnazione o di secca.

Utilizzando le informazioni combinate delle immagini satellitari e della modellazione idrologica, è possibile definire delle soglie per distinguere tra condizioni di **flusso continuo-stagnazione (F/P)** e **stagnazione-secca (P/D)** nella **FDC**. Queste soglie possono poi essere utilizzate per correggere i risultati della modellazione idrologica.

Tuttavia, si potrebbe sostenere che la selezione delle soglie sia piuttosto soggettiva. Come esempio applicativo, in questo modulo

abbiamo utilizzato una soglia di $1 \text{ m}^3/\text{s}$ per distinguere tra condizioni di **flusso continuo** e **stagnazione** (F/P), e $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ per distinguere tra **stagnazione** e **secca** (P/D, vedi figura sotto).

Curva di durata della portata (FDC) per il tratto del fiume Keritis con linee tratteggiate che indicano le soglie tra flusso/stagnazione (F/P) e stagnazione/secca (P/D). I cerchi blu rappresentano le condizioni di flusso continuo (F), i triangoli gialli di stagnazione (P) e i quadrati rossi le condizioni di secca (D), stimati a partire dalla classificazione delle immagini satellitari.



PASSAGGIO 1 -
CLASSIFICAZIONE DELLE
IMMAGINI SATELLITARI

PASSAGGIO 2 - DEFINIZIONE
DELLE SOGLIE DI PORTATA

PASSAGGIO 3 -
IDENTIFICAZIONE
DELL'IDROTIPO

Quando vengono definiti i **valori soglia**, è possibile confrontare la classificazione degli idrotipi ottenuta utilizzando solo immagini

satellitari con quella derivante dall'integrazione tra modellazione idrologica e immagini satellitari.

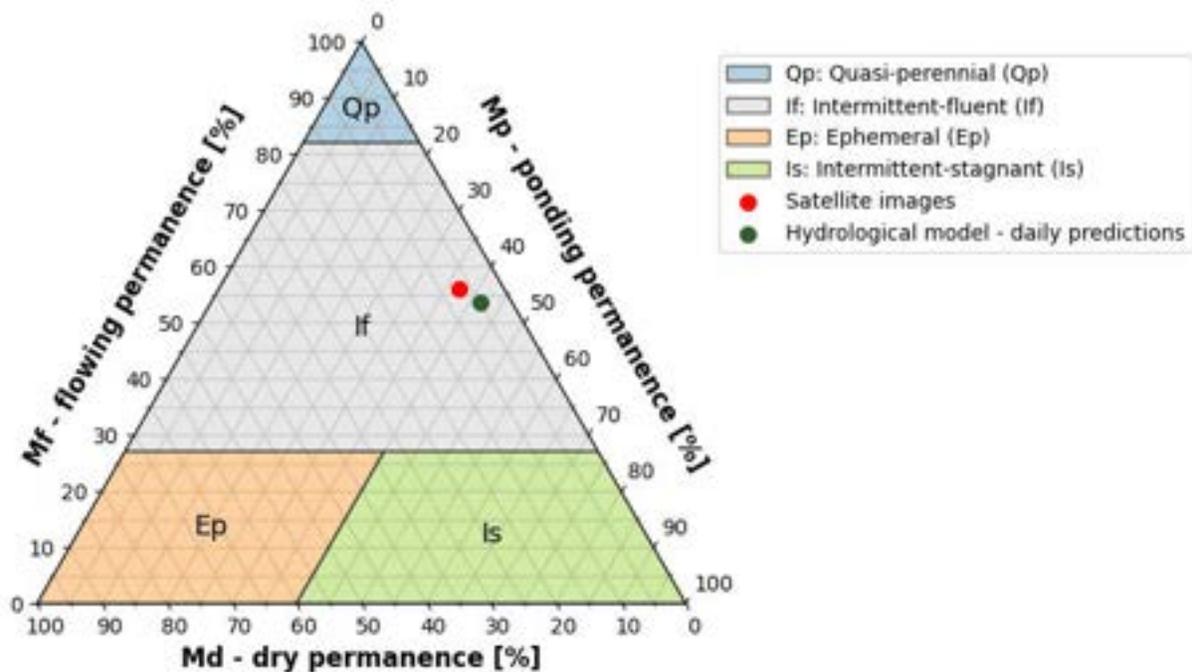
Il modello idrologico, corretto utilizzando i valori soglia definiti, consente di colmare i vuoti tra le immagini e, quindi, di prevedere la condizione idrologica per ogni giorno nel periodo 2019-2023.

Come mostrato nella figura sottostante, **i due risultati sono piuttosto simili.** La classificazione supervisionata delle immagini satellitari restituisce valori di **Mf**, **Mp** e **Md** pari rispettivamente a 56,1%, 36,9% e 7,0%. Al contrario, l'approccio integrato produce percentuali di permanenza di **Mf** = 53,7%, **Mp** = 41,5% e **Md** = 4,8%.

Il grafico nella figura sottostante mostra anche come entrambe le classificazioni ricadano nello stesso idrotipo: Intermittente-fluente.

*Grafico ternario che mostra la classificazione satellitare (**rosso**) e le previsioni su base giornaliera della condizione idrologica (**verde**).*

Temporary River Classifier (TRC) Keritis at Fournes from 01-01-2019 to 31-12-2023



Per migliorare le prestazioni del modello idrologico, le soglie possono essere stimate su base annuale.

Questa variazione temporale può essere causato da

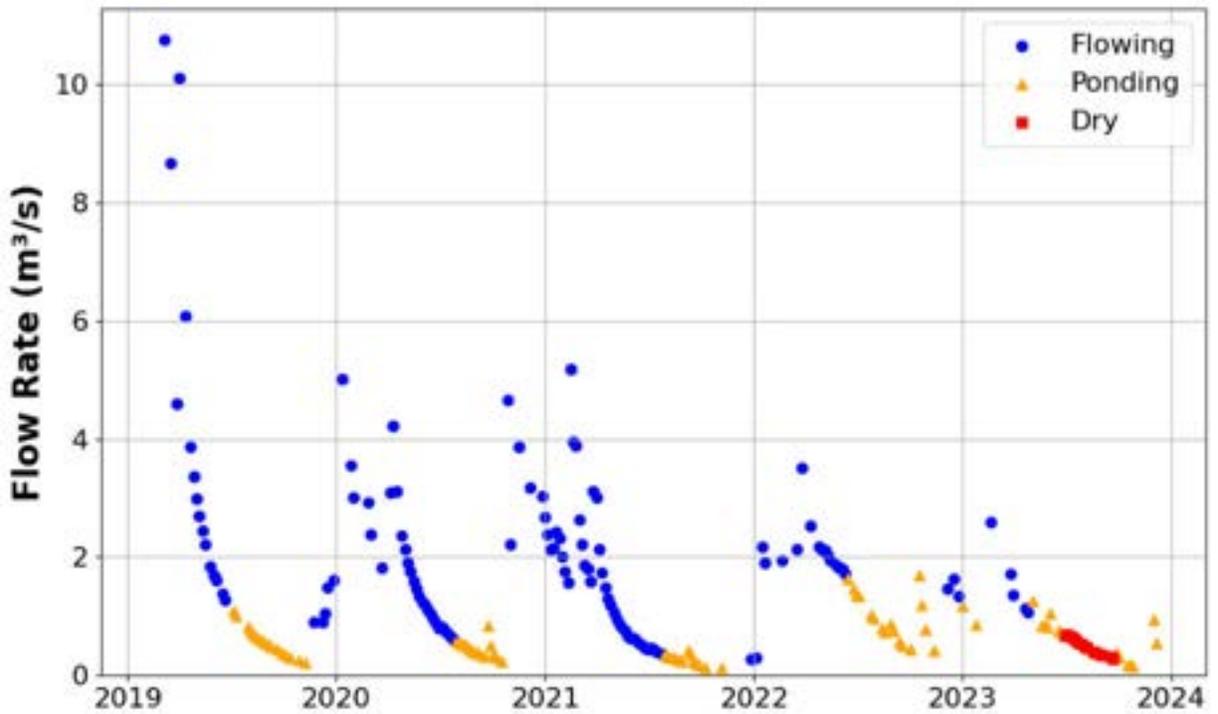
Infatti, la variabilità interannuale mostra importanti differenze in termini di portata per distinguere tra condizioni di flusso continuo e stagnazione e tra quella di stagnazione e secca (**figura seguente**).

una diversa elevazione della falda freatica o una variazione nell'utilizzo dell'acqua durante il periodo analizzato.

Considerare l'uso di soglie annuali per la calibrazione del modello idrologico sembra essere un approccio più adatto nel contesto del nostro caso di studio.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



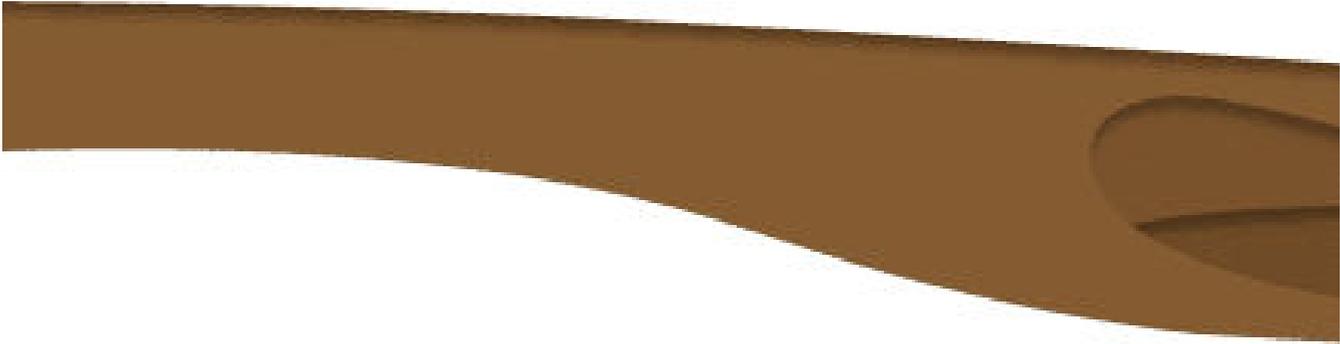
Serie temporale dei valori di portata modellati tra il 2019-2023. I cerchi blu rappresentano le condizioni di flusso continuo (**F**), i triangoli gialli le condizioni di stagnazione (**P**) e i quadrati rossi le condizioni di secca (**D**).

PROSEGUI

Domande finali



Se vienei generato un grafico ternario con un punto per ogni anno (dal 2019 al 2023), pensi che si troverebbe uno spostamento significativo del punto da un anno all'altro?





L'idrotipo rimarrebbe lo stesso per ogni anno?

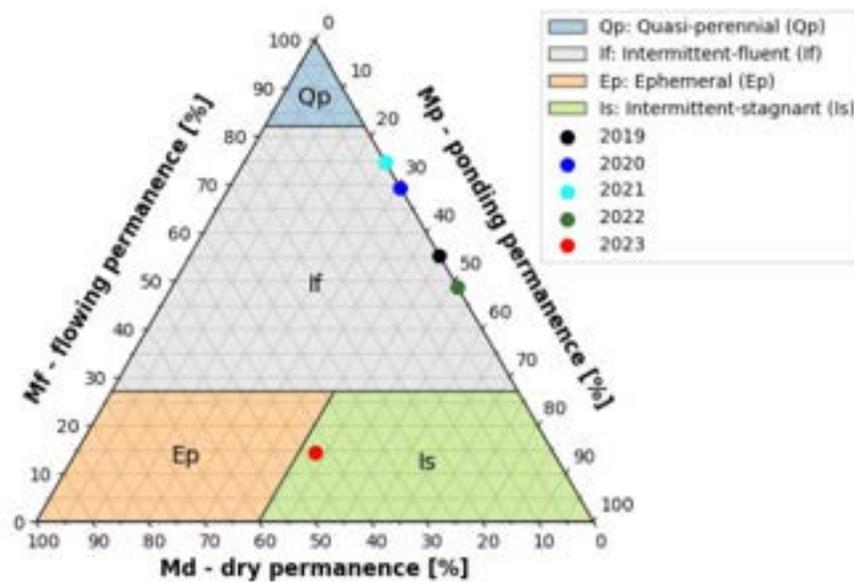
FARE CLIC PER VISUALIZZARE LA RISPOSTA

RISPOSTA

L'idrotipo può variare da un anno all'altro.

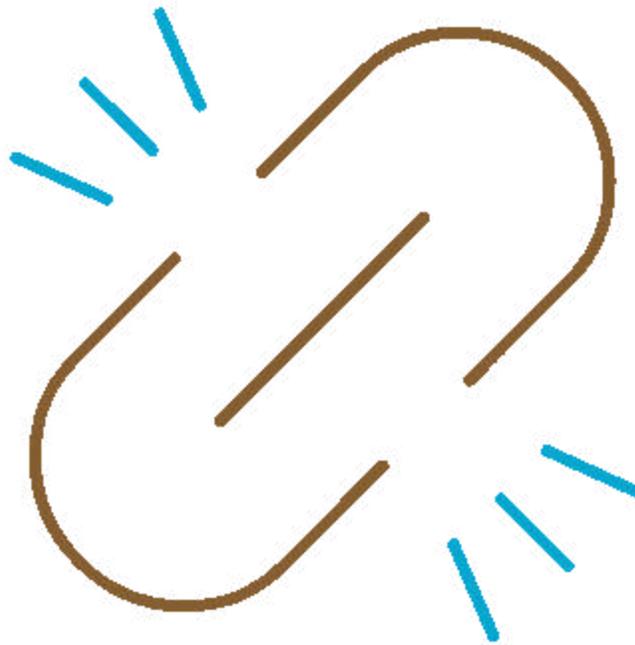
Nella figura in basso, si può vedere la **classificazione per idrotipo** per ciascun anno compreso tra il 2019 e il 2023 usando il Keritis come caso studio.

**Temporary River Classifier (TRC)
Keritis at Fournes
from 07-03-2019 to 31-12-2023**



PROSEGUI

Riferimenti bibliografici



Riferimenti bibliografici

Nello sviluppo di qualsiasi corso accademico, i riferimenti bibliografici svolgono un ruolo cruciale, fornendo il necessario supporto teorico e pratico al materiale insegnato.

I riferimenti non solo rafforzano la credibilità dei materiali di studio, ma consentono agli studenti

Questa serie di riferimenti è stata accuratamente selezionata per fornire

di approfondire gli argomenti trattati, acquisendo una comprensione più profonda dei concetti chiave e scoprendo nuove prospettive.

una solida base di conoscenza, comprendendo una varietà di fonti, tra cui libri, articoli accademici, ricerche recenti e risorse digitali.



Ci auguriamo che questi riferimenti siano uno strumento prezioso per l'apprendimento, favorendo una comprensione completa e critica degli argomenti trattati in questo corso.

Al Khoury I, Boithias L, Labat D. A Review of the Application of the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) in Karst Watersheds. *Water*. 2023; 15(5):954.

Dimitriou, A., Giannakis, G., Nerantzaki, S., & Nikolaidis, N. P. (2016). Hydrologic and geochemical modeling of Keritis River Basin. Proceedings of the 2nd EWaS International Conference. 1–4 June, 2016, Chania, Crete, Greece. ResearchGate.

ESA, <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/revisit-coverage>

European Commission. (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of October 23, 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, 22(12), 2000.

Kanta, A., Soupios, P., Barsukov, P., Kouli, M., & Vallianatos, F. (2013). Aquifer characterization using shallow geophysics in the Keritis Basin of Western Crete, Greece. *Environmental Earth Sciences*, 70, 2153–2165.

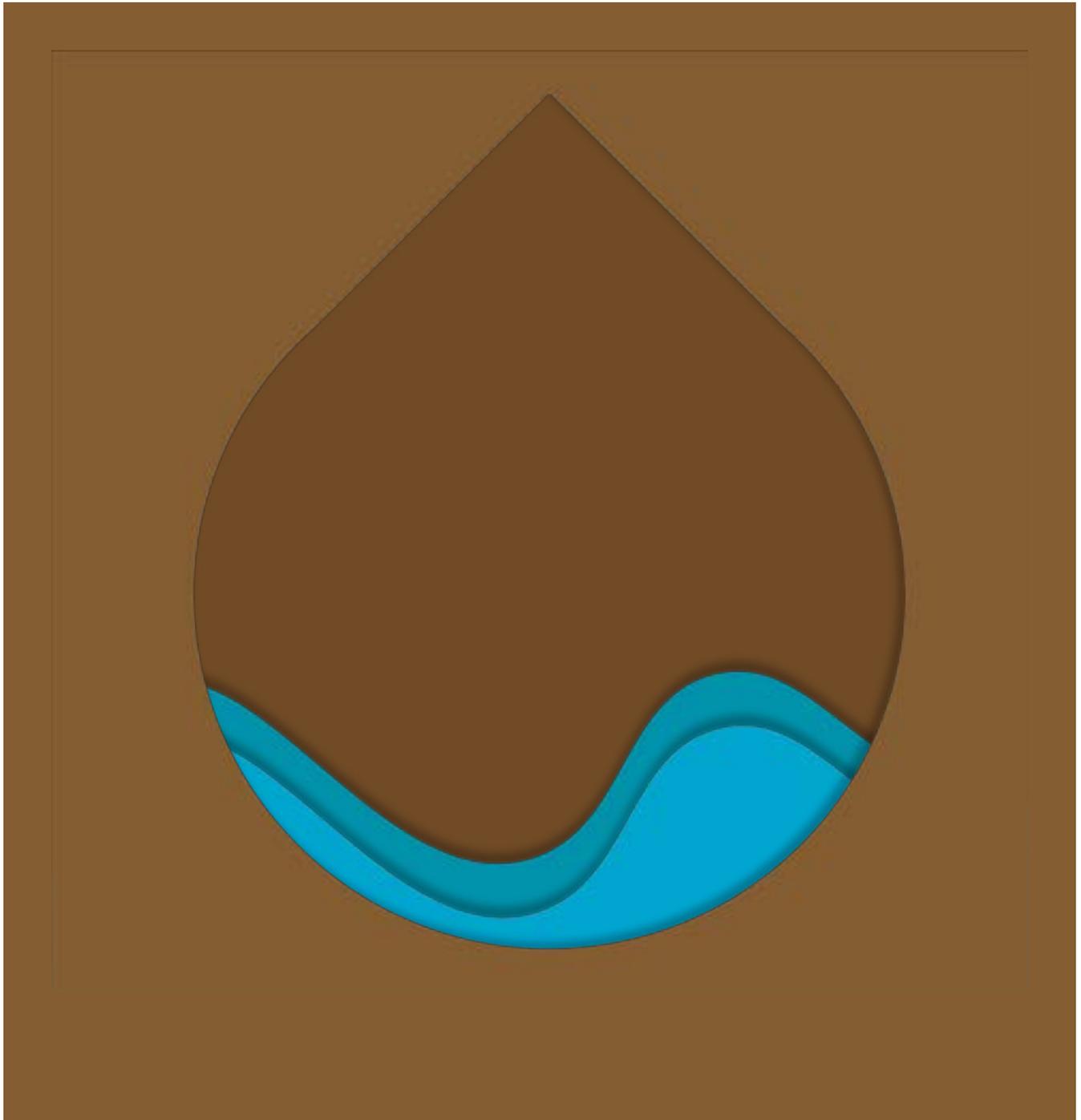
Munné, A., Bonada, N., Cid, N., Gallart, F., Solà, C., Bardina, M., ... & Prat, N. (2021). A proposal to classify and assess ecological status in Mediterranean temporary rivers: Research insights to solve management needs. *Water*, 13(6), 767.

Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., & Williams, J. R. (2011). Soil and water assessment tool theoretical documentation version 2009. Texas Water Resources Institute.

Nikolaidis, N. P., Bouraoui, F., & Bidoglio, G. (2013). Hydrologic and geochemical modeling of a karstic Mediterranean watershed. *Journal of Hydrology*, 477, 129–138.

PROSEGUI

Fine



Congratulazioni!

Hai **completato** questo modulo.

Completando con successo il quinto modulo, hai imparato a determinare la condizione idrologica di un fiume utilizzando una combinazione di modellazione idrologica e risultati di immagini satellitari e a confrontare le statistiche delle frequenze di flusso tra le immagini satellitari da sole e in combinazione con i modelli idrologici.

Ottimo lavoro!

Continua con il **modulo 6.**

MODULE 6: Attività in campo

rivertemp

 Co-funded by
the European Union

rivertemp

 Co-funded by
the European Union

Questo modulo offre l'opportunità di effettuare un rilevamento diretto di un fiume temporaneo durante una campagna di raccolta dati sul campo. L'indagine sul campo offre agli studenti una fantastica opportunità di mettere in pratica le conoscenze acquisite nei moduli precedenti.

Assicuratevi di indossare scarpe comode e adatte o stivali, e preparatevi per un'emozionante indagine sul campo!

INIZIAMO!

1. OBIETTIVI. COMPETENZE ATTESE. INTRODUZIONE

 Obiettivi e Competenze attese

 Introduzione

2. PREPARAZIONE DI UNA INDAGINE SUL CAMPO

 Quando?

 Dove?

3. ATTIVITÀ PRATICA

3.1. DEFINIZIONE DELLA LUNGHEZZA E DELLA LOCALIZZAZIONE DEL TRATTO DI FIUME

 **Definizione della lunghezza del tratto di fiume**

3.2. ATTIVITÀ IN CAMPO

 **Attività in campo**

 **Riconoscimento in campo della condizione idrologica**

 **Confrontare la condizione idrologica con le immagini satellitari**

 **Acquisizione di foto geolocalizzate**

 **Validazione delle condizioni idrologiche**

3.3. ATTIVITÀ EXTRA (COMPATIBILMENTE CON LA FATTIBILITÀ):

 **Osservazione del biota terrestre e acquatico**

 **Acquisizione di dati topografici**

4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

 **Riferimenti bibliografici**

5. FINE

 **Fine**

Obiettivi e Competenze attese



I **5 Obiettivi e Competenze attese** di questo modulo 6 sono i seguenti:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.



1



2



3



4



5





1

Osservare direttamente e descrivere un fiume temporaneo.



2

Acquisire competenze e conoscenze sulle caratteristiche morfologiche del fiume.



3

Riconoscere la condizione idrologica di un fiume temporaneo.



4

Raccogliere foto geolocalizzate per la validazione e comparazione con l'immagine satellitare Sentinel-2 corrispondente.

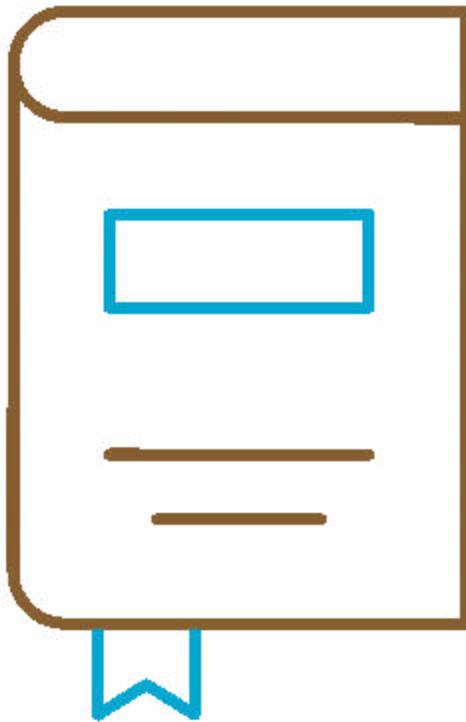


5

Osservare il biota terrestre e acquatico nel proprio habitat.

PROSEGUI

Introduzione



Mettiti alla prova

Se nelle tue vicinanze c'è un fiume temporaneamente raggiungibile, prendi il tuo smartphone, segui i passi descritti

in questo modulo e conduci **la tua prima indagine sul campo su un tratto temporaneo di un fiume!**

Perché le indagini in campo sono così importanti?



Le indagini in campo sono cruciali per **migliorare la conoscenza del tratto del fiume** che si vuole studiare.



Un operatore mentre acquisisce foto geolocalizzate
durante un'indagine sul campo sul fiume Keritis
(Grecia), l'11 di Settembre del 2024.

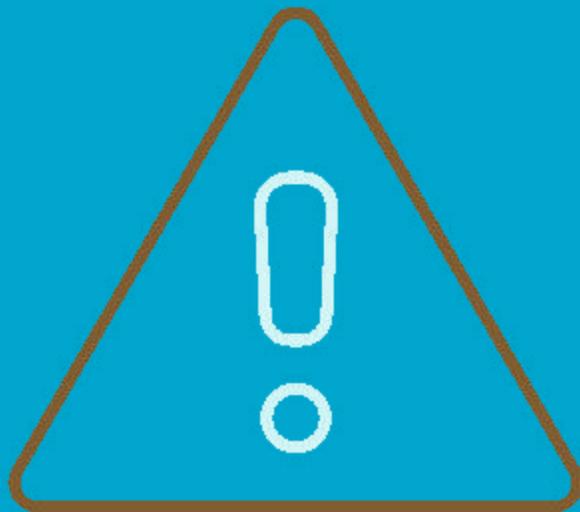
Foto di Isabelle Brichetto

**Le indagini sul campo possono aiutare a comprendere i processi morfologici
del fiume e la presenza di diverse specie di flora e fauna.**

Due operatori **mentre cercano macroinvertebrati** durante una indagine sul campo sul
fiume Keritis (Grecia), l'11 di Settembre 2024.



Foto di Isabelle Brichetto



IMPORTANTE

Le indagini sul campo sono fondamentali per identificare meglio la presenza di acque superficiali utilizzando le immagini satellitari, migliorando la classificazione supervisionata delle condizioni idrologiche ed evitando potenziali errori di classificazione.

PROSEGUI

Quando?





Un'indagine sul campo è normalmente raccomandata per migliorare la propria conoscenza delle **caratteristiche idro-morfologiche** di un fiume temporaneo.

Per verificare e migliorare la capacità di una classificazione supervisionata delle condizioni idrologiche, seleziona un giorno in cui il tratto investigato dovrebbe presentare una **condizione di non-flusso** (questo significa condizione di **stagnazione "P"** o di **secca "D"**).

Questo perché le condizioni di non-flusso che caratterizzano i fiumi temporanei sono le più difficile da identificare dalle **immagini satellitari**.

L'indagine sul campo dovrebbe essere programmata in una giornata di sole e quando un satellite della missione Sentinel-2 passa sopra la località considerata. Ciò garantirà la possibilità di raccogliere dati sul campo che potranno essere confrontati con un'immagine contemporanea di Sentinel-2 priva di nuvole.

Utilizzando **Copernicus Browser** (introdotto nel Modulo 2) è possibile valutare il tempo di rivisitazione e predire le date delle futura acquisizioni per una specifica area di interesse.

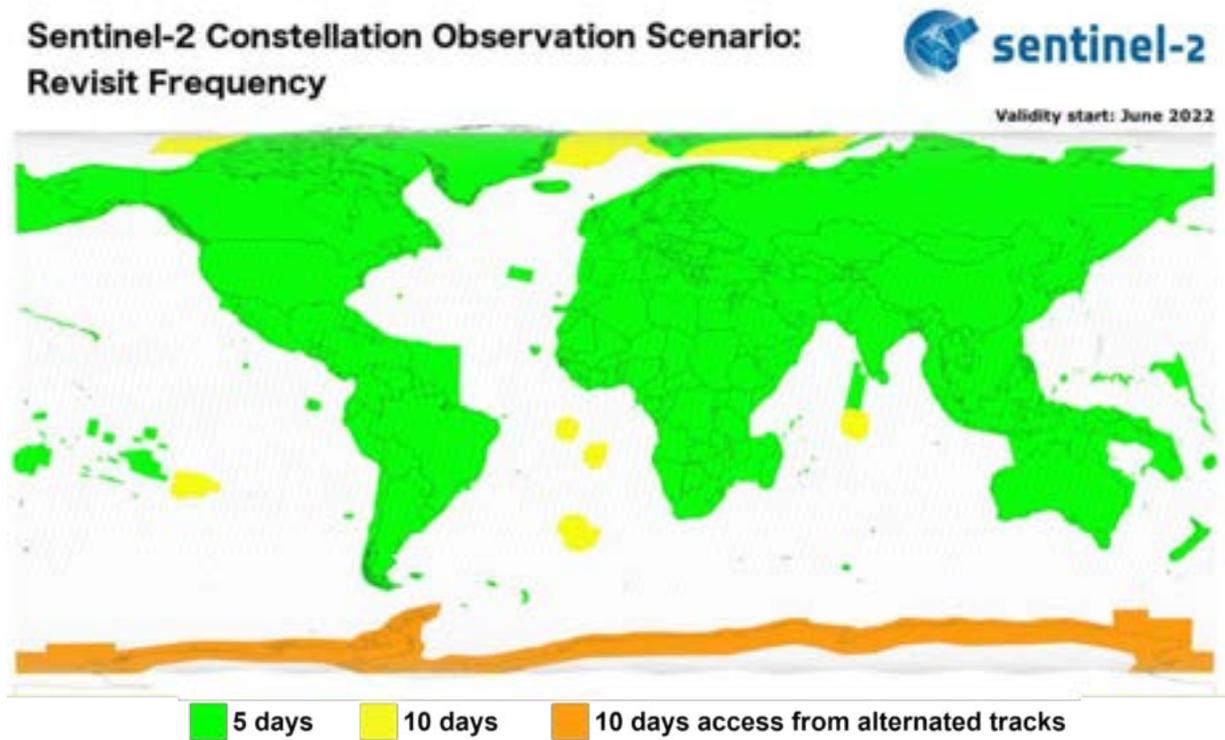


Illustrazione della copertura e del tempo di rivisitazione previsti per le acquisizioni multispettrali di SENTINEL-2 (fonte Agenzia Spaziale Europea)



Riferimenti bibliografici:

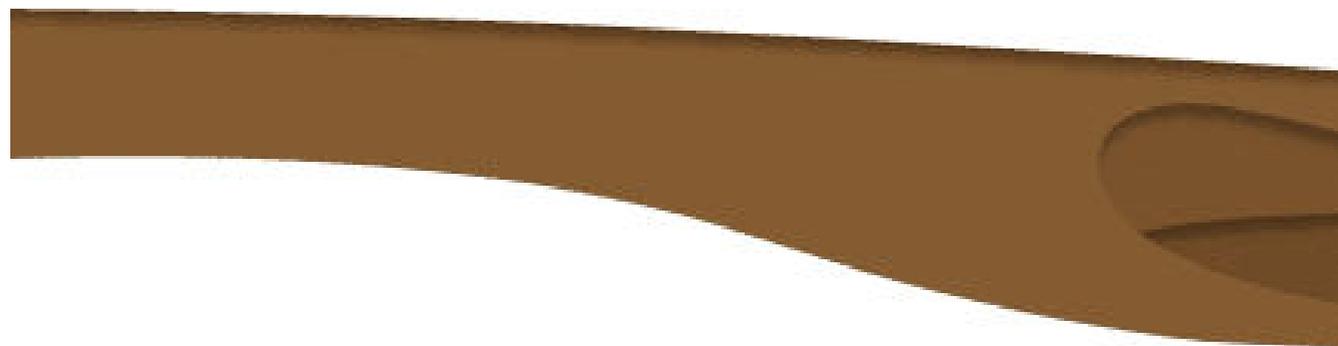
ESA, <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/revisit-coverage>



Fare clic sul bottone per aprire la pagina web.

 **Copernicus Browser**

VAI AL SITO WEB



PROSEGUI

Dove?

Per le indagini in campo, si suggerisce di selezionare un fiume con **un minimo di larghezza dell'alveo di 30 m**. Questo aiuterà nell'identificare **le caratteristiche morfologiche del fiume** e nel verificare la presenza di **acqua superficiale nel letto del fiume** dalle immagini satellitari.



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.





Visualizzazione da un'immagine satellitare (sopra) e da un'immagine geolocalizzata (sotto) del fiume Sangone a Rivalta di Torino con una larghezza di circa 30 m, Settembre 2022.

Foto di Giammarco Manfreda

IMPORTANTE:

È importante notare che, se una **copertura vegetativa** è presente, non sarà possibile osservare la presenza di acqua nel letto del fiume dalle immagini satellitare e, di conseguenza, valutare la condizione idrologica.



Copertura vegetativa sul torrente Lurisia (Italia), 2009.

Foto di Paolo Vezza

Infine, selezionare un tratto di fiume dove **le ombre sono assenti** o estremamente limitate è importante, in quanto **queste possono esibire una riflettanza simile a quella dell'acqua.**

Se non è possibile evitare completamente la loro presenza, **presta attenzione a identificare le aree con potenziali ombre nelle immagini satellitari.**



Le ombre possono essere causate da vari fattori, come:

1

Nuvole.

2

Vegetazione ripariale.

3

Sponde ripide.

4

Muri verticali.

5

Ponti.

Esempio:

Immagini satellitari Sentinel-2 in cui sono presenti ombre nel letto del fiume Palancia a Gilet (Spagna), 2021. Immagine a falsi colori (FCI, sopra) e immagine ad alta risoluzione da Google Earth (sotto).



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



FCI



Immagine ad alta risoluzione da Google Earth

PROSEGUI

Definizione della lunghezza del tratto di fiume



RIVERTEMP

ATTIVITÀ PRATICHE

Cosa fare per iniziare?



Come passo preliminare, è importante **definire la localizzazione e la lunghezza del tratto** di fiume che sarà investigato durante l'attività di campo.

La definizione della lunghezza del tratto di fiume può influenzare la **condizione idrologica** e la **classificazione per idrotipi**.



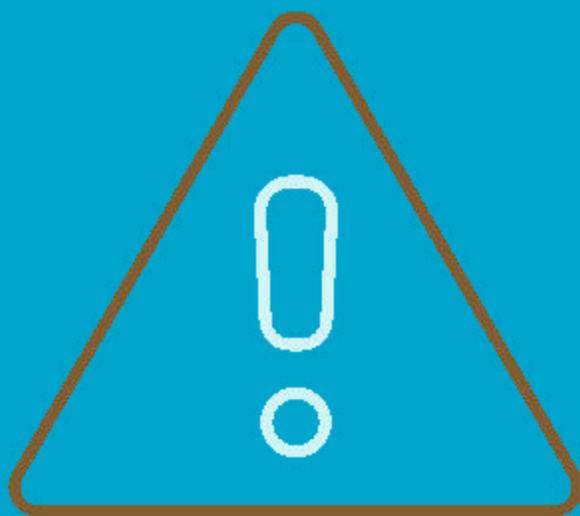
Una segmentazione della morfologia fluviale in tratti fluviali omogenei dal punto di vista idromorfologico sarebbe utile per selezionare una porzione di fiume che presenta caratteristiche geologiche omogenee e una risposta omogenea all'interruzione del flusso.

(Come descritto in Rinaldi et al., 2013)





Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussetini, M. (2013). A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI). *Geomorphology*, 180, 96-108.

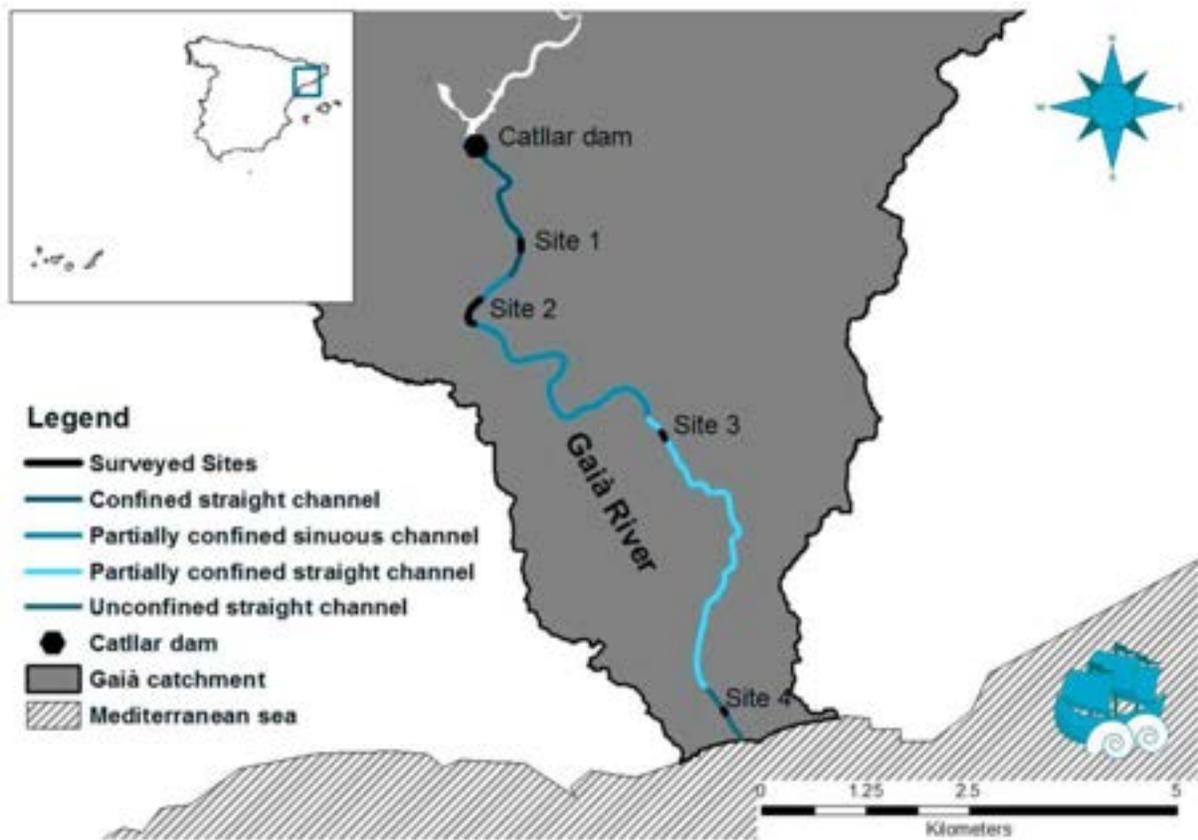


IMPORTANTE

Dove disponibili, è preferibile utilizzare **segmentazioni morfologiche esistenti**. Nei casi in cui queste non siano disponibili, **immagini satellitari ad alta risoluzione** dovrebbero essere utilizzate per identificare e delineare le aree che possono essere interpretate come **tratti idro-morfologicamente omogenei**.



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.

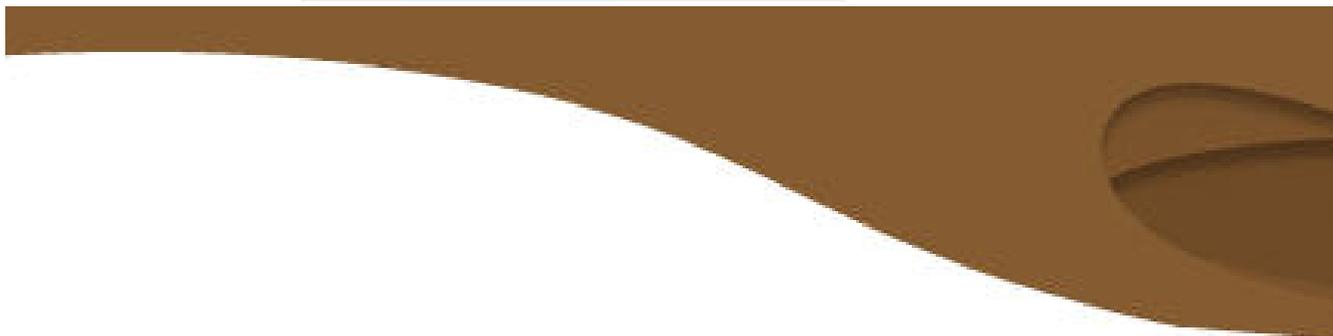


Segmentazione del fiume Gaia (Spagna), a valle della diga di Cattlar, in 4 tratti fluviali idro-morfologicamente omogenei. In ogni tratto omogeneo, una porzione

(chiamata sottotratto) è stata analizzata durante le
indagini sul campo (Veza et al., 2020)



Veza, P., Negro, G., Jorda-Capdevila, D., Munné, A., Bardina, M. (2020). Application of meso-scale habitat models in temporary rivers. SMIRES Project Final Conference. Tirana - Albania 4-5 of February 2020.



PROSEGUI

Attività in campo

Durante l' **indagine di campo**, è cruciale:



Riconoscere la condizione idrologica del fiume. Il fiume è nella condizione di flusso continuo, di stagnazione o di secca?

Confrontare la condizione idrologica osservata con la più recente immagine satellitare disponibile.

Acquisire immagini geolocalizzate con uno smartphone.

Validare la condizione idrologica osservata, quando una nuova immagine satellitare diventa disponibile per la data di interesse.



Attività extra (compatibilmente con la fattibilità):



Fare clic sulle etichette per vedere le informazioni.



Osservare il biota terrestre e acquatico —

Includendo la flora e la fauna nelle aree emerse e sommerse del fiume. Queste osservazioni sono particolarmente preziose se un biologo può partecipare all'indagine sul campo.

Acquisire dati topografici —

Se necessario, acquisire dati topografici con strumenti specifici per una mappatura dettagliata dell'area di studio.

PROSEGUI

Riconoscimento in campo della condizione idrologica

Prima di tutto, **deve essere riconosciuta** la condizione idrologica del tratto omogeneo del fiume.

Ricordi le tre possibili condizioni idrologiche?





Fiume Sciarapotamo, Salerno (IT) nelle 3 condizioni idrologiche F) flusso continuo, P) stagnazione, and D) secca. Foto di Carmela Cavallo (Cavallo et al., 2022)

Fare clic sul **pulsante INIZIO** > per visualizzare le informazioni e clicca sulle immagini per ingrandirle.

Condizione di Flusso continuo (Flowing, F)



Flusso continuo d'acqua visibile lungo il tratto fluviale analizzato.

La condizione di flusso continuo è facilmente rilevabile poiché vi è un flusso superficiale continuo nel canale fluviale.

Condizione di Stagnazione (Ponding, P)



Presenza discontinua di acqua; l'acqua di superficie si trova in stagni isolati, pozze o porzioni dell'alveo di magra.

La condizione di stagnazione è più ambigua delle altre, perché comprende stati intermedi in cui l'acqua di superficie è presente lungo il canale fluviale, distribuendosi in zone di ristagno isolate, pozze o porzioni sommerse dell'alveo di magra. Questa condizione è tipicamente stabile quando c'è una connessione significativa con le acque sotterranee o quando ci sono flussi iporreici che collegano l'alveo e la falda acquifera.

Condizione di Secca (Dry, D)



Assenza di acque superficiali, con alveo asciutto.

La condizione di alveo secco implica l'assenza di acque superficiali che inducono l'alveo asciutto, ed è generalmente dovuta alla completa disconnessione del fiume con le acque sotterranee.

Riferimenti bibliografici:

Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

PROSEGUI

Confrontare la condizione idrologica con le immagini satellitari

Usando **l'ultima immagine satellitare disponibile**, puoi confrontare cosa osservi in campo con cosa è visibile dalle immagini satellitari. Per fare questo puoi usare **Copernicus Browser** dal tuo **smartphone**.



Un operatore studia l'ultima immagine satellitare da Copernicus Browser durante un'indagine sul campo sul fiume Keritis (Grecia),

2024.

Foto di Isabelle Brichetto



Fare clic sul pulsante per aprire il sito web.

Copernicus Browser

VAI AL SITO WEB

Esempio



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



Confronto tra la visualizzazione di una pozza nelle immagini satellitari (sopra) e un'immagine geolocalizzata del fiume Sangone, in Italia (sotto), scattata nella stessa data del settembre 2022.

Foto di Giammarco Manfreda

PROSEGUI

Acquisizione di foto geolocalizzate

Attivando **la geolocalizzazione del telefono**, puoi acquisire foto delle **aree sommerse** con il tuo cellulare come l'operatore.

Queste aree devono essere all'interno dell'**alveo attivo del fiume**.



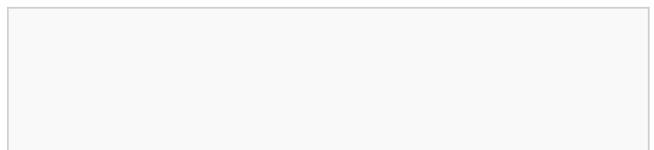
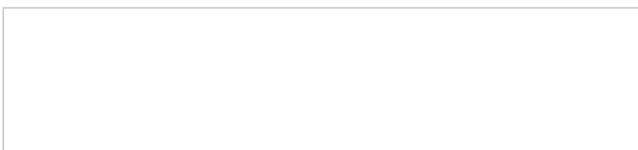
I **ricevitori GPS** nei telefoni cellulari e nei tablet possono determinare la loro posizione sulla Terra utilizzando due processi chiamati **triangolazione** e **trilaterazione**.



Fare clic sulle carte per sfogliarle.



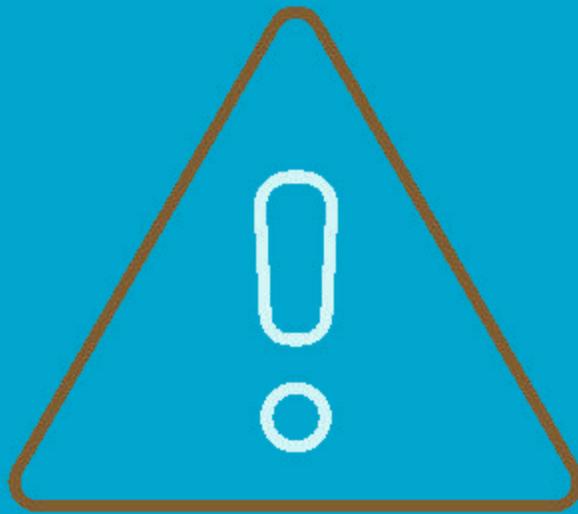
La triangolazione consiste nel misurare la distanza del ricevitore da ciascuno dei satelliti che riesce a vedere sopra l'orizzonte.



Trilaterazione



Poiché la posizione di ciascun satellite è nota con precisione, la trilaterazione prevede l'intersezione di sfere con il ricevitore al centro e le distanze dai satelliti come raggi. Il punto di intersezione di queste



IMPORTANTE

Ricorda di **attivare il GPS del tuo telefono** prima di scattare le foto.



Fare clic sul pulsante per vedere lo schermo dello smartphone dell'operatore.





Usando GoogleMaps, l'operatore acquisisce una immagine geolocalizzata durante l'indagine in campo sul fiume Keritis (Grecia), 2024.

Foto di Isabelle Brichetto

PROSEGUI

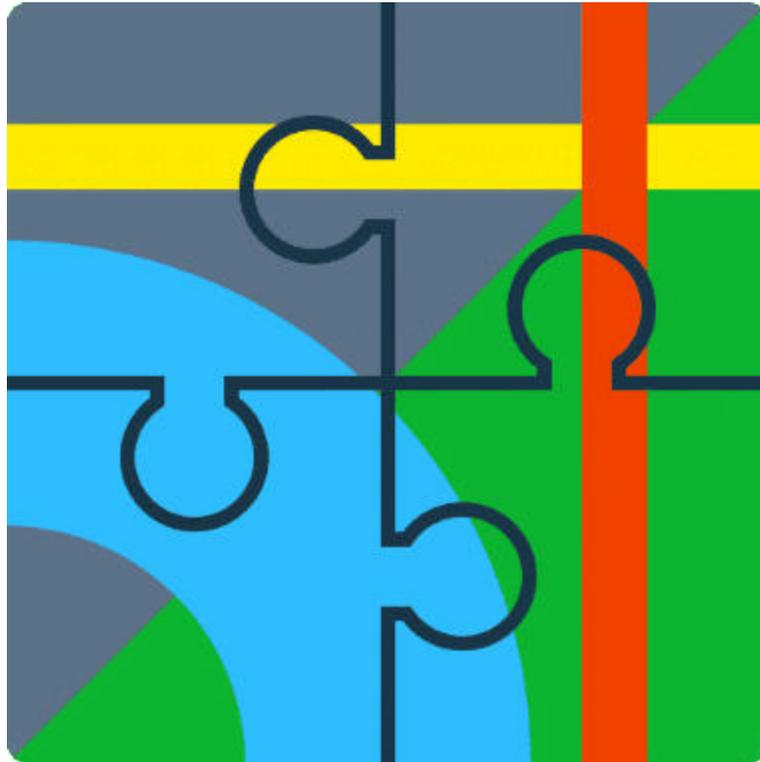


È fondamentale **identificare la tua posizione sulla mappa** e registrare l'**orientamento della foto**.

La posizione da cui scattare le foto deve essere selezionata affinché sia facilmente accessibile in ognuna delle possibili **condizioni idrologiche** (**flusso continuo, stagnazione, secca**), fornendo una visione chiara e comprensiva della porzione di fiume di interesse.



Quando il punto è identificato sia sulla **mappa** che in **campo**, si può scattare le foto da quella esatta posizione.



Locus Map è una app per attività all'aperto come il geocaching o le escursioni.

Per gestire l'acquisizione di **foto geolocalizzate**, è anche possibile usare delle applicazioni dedicate come **Locus Map**.

Questa app, per esempio, permette agli utenti di scattare foto con **i dati di posizione incorporati**, che possono essere importanti in seguito in **GIS** per ulteriori analisi.



Fare clic sul pulsante per aprire il sito web.



[VAI AL SITO WEB](#)



Anche in assenza di acqua (**alveo asciutto**), l'acquisizione di immagini geolocalizzate rimane fondamentale per migliorare la correlazione tra le immagini satellitari e i dati di verità a terra, aiutando a **minimizzare i potenziali errori di classificazione**.

Particolare attenzione dovrebbe essere data nel fotografare **luoghi chiave dove l'acqua tenderà a rimanere nella condizione di stagnazione** (come depressioni topografiche nell'alveo).

Inoltre, **anche le aree ombrose dovrebbero essere documentate**, in quanto potrebbero trarre in inganno durante la classificazione delle immagini satellitare, in particolare nella distinzione tra la condizione di **stagnazione (P)** e **e quella di secca (D)**.

Queste immagini sono riferimenti essenziali per **validare e confrontare i dati di verità a terra con le osservazioni satellitari**.



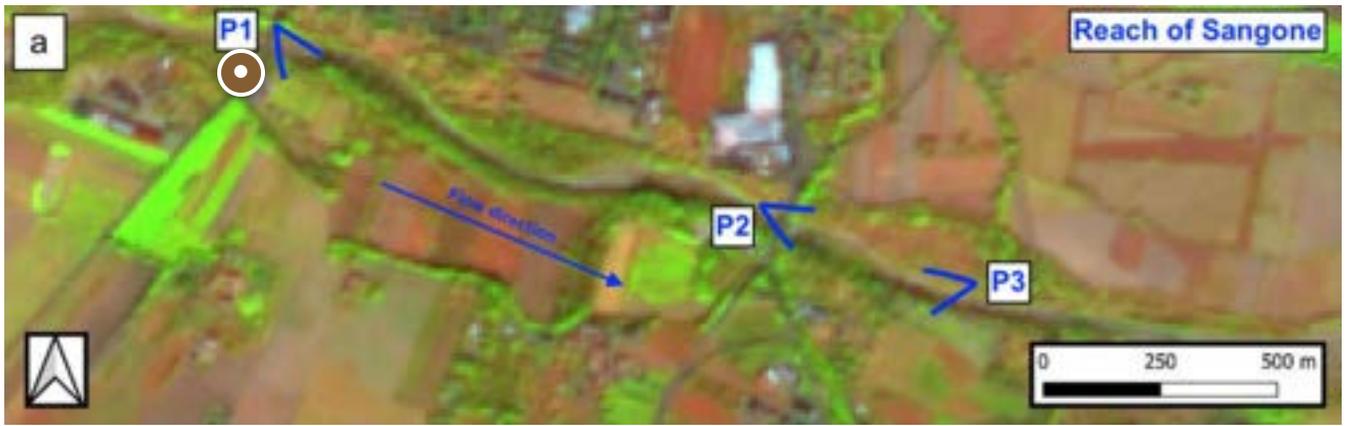


Esempio



 **Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.**









Esempi di zone d'ombra in condizioni di secca nel fiume Sangone con corrispondenti foto geolocalizzate acquisite sul campo (IT), 2022.

Foto di Giammarco Manfreda

Lo sapevi?



QGIS offre vari plugin, come **Import Photos**, che consentono agli utenti di sovrapporre foto geolocalizzate alle immagini satellitari.

Questi strumenti facilitano il **confronto tra immagini satellitari e foto acquisite in campo** creando un livello dedicato per le foto, migliorando l'analisi e la visualizzazione spaziale.



Import Photos è un **plugin di QGIS** che permette di **importare foto geolocalizzate** sulla mappa



Fare clic sul pulsante per aprire il sito web.

Import Photos

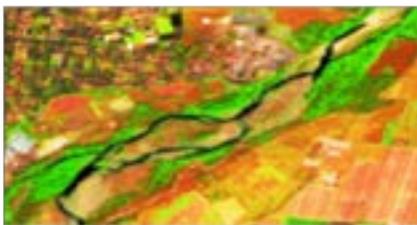
VAI AL SITO WEB

PROSEGUI

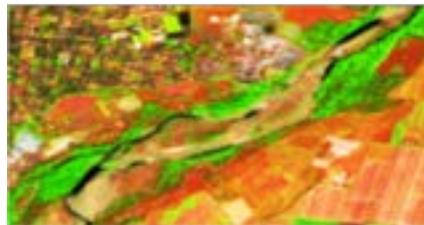
Validazione delle condizioni idrologiche

Quando è disponibile la nuova immagine satellitare per la data prevista, la condizione idrologica può essere **classificata** e **validata** usando i **dati raccolti** durante le indagini in campo.

Questo permette un confronto accurato tra **osservazioni da telerilevamento** e **dati di verità a terra**.



Condizione di Flusso continuo
29/02/2022



Condizione di Stagnazione
24/08/2022



Condizione di Secca
15/07/2022

Esempi di tre diverse immagini satellitari dello stesso tratto del fiume Trebbia in tre diverse condizioni idrologiche.

PROSEGUI

Osservazione del biota terrestre e acquatico

Un'ulteriore sfida potrebbe consistere nell'indagare la presenza o l'assenza di **specie di vegetazione ripariale** e **fauna acquatica**, come **macroinvertebrati**, **pesci**, e **macrofite**.



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



Efemerotteri
(*Oligoneuriella*
rhenana) raccolti
nel fiume Trebbia



Campionamento
di pesci mediante
elettrostorditore in
una pozza isolata

(Italia). *Foto di
Gemma*

del fiume Trebbia
(Italia).
Foto di Paolo Vezza

PROSEGUI

Acquisizione di dati topografici

Acquisizione di dati topografici

Lo sapevi?



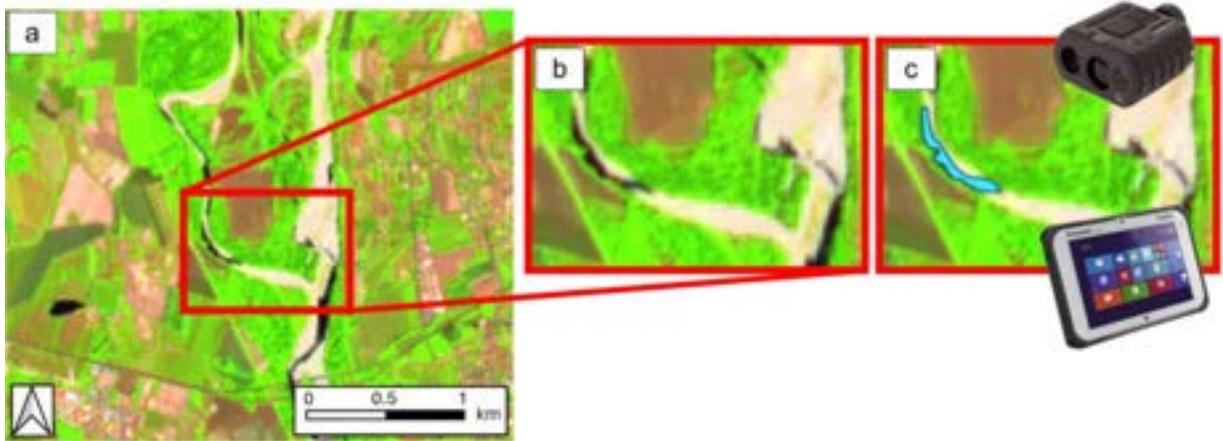
Se disponibili, telemetri laser e altri strumenti topografici (es. **teodoliti, stazioni totali, Sistema globale di navigazione satellitare (Global Navigation Satellite System, GNSS), antenne**) possono essere utilizzati per mappare la presenza dell'acqua nel canale fluviale o per raccogliere la posizione precisa e l'estensione spaziale delle caratteristiche geomorfologiche del fiume.

Esempio:

La figura mette a confronto un **immagine satellitare sullo sfondo** e un **poligono georeferenziato** che rappresenta una pozza nel letto del fiume.



Fare clic sulle immagini per ingrandirle.



Esempio di poligono georeferenziato acquisito con strumenti topografici nel fiume Torre (IT), 2022:

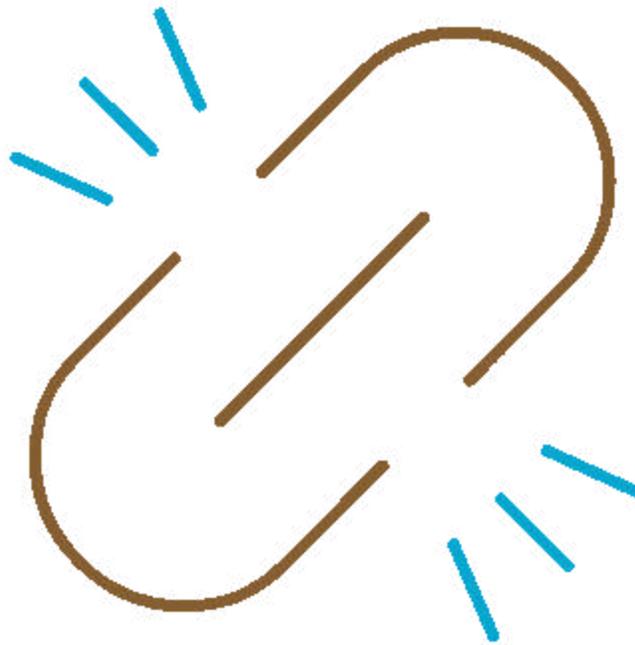
- a) Visualizzazione del tratto del fiume.
 - b) Dettaglio della pozza indagata.
 - c) Dettaglio del poligono georeferenziato acquisito con telemetro laser e computer palmare.
-



Buon lavoro **nello sviluppo di questa attività pratica sul campo!**

PROSEGUI

Riferimenti bibliografici



Riferimenti bibliografici

Nello sviluppo di qualsiasi corso accademico, i riferimenti bibliografici giocano un ruolo cruciale, fornendo il necessario supporto teorico e pratico per il materiale insegnato.

I riferimenti non solo rafforzano la credibilità dei materiali di studio, ma consentono agli studenti

Questa serie di riferimenti è stata accuratamente selezionata per fornire

di approfondire gli argomenti trattati, acquisendo una comprensione più profonda dei concetti chiave e scoprendo nuove prospettive.

una solida base di conoscenza, comprendendo una varietà di fonti, tra cui libri, articoli accademici, ricerche recenti e risorse digitali.



Ci auguriamo che questi riferimenti siano uno strumento prezioso per l'apprendimento, favorendo una comprensione completa e critica degli argomenti affrontati in questo corso.

Cavallo, C., Papa, M. N., Negro, G., Gargiulo, M., Ruello, G., & Vezza, P. (2022). Exploiting Sentinel-2 dataset to assess flow intermittency in non-perennial rivers. *Scientific Reports*, 12(1), 21756.

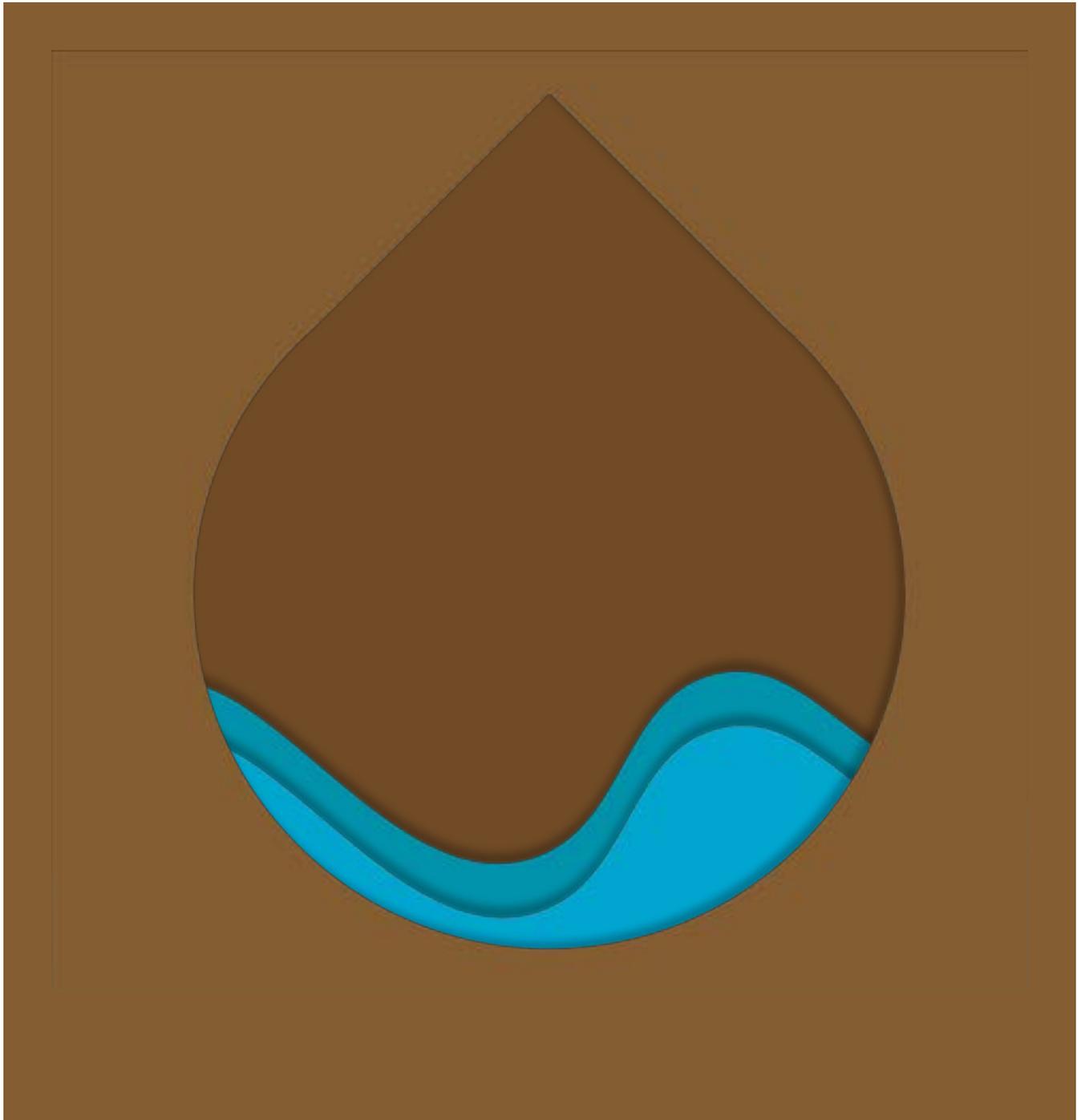
ESA, <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/revisit-coverage>

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., & Bussettini, M. (2013). A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI). *Geomorphology*, 180, 96-108.

Veza, P., Negro, G., Jorda-Capdevila, D., Munné, A., Bardina, M. (2020). Application of meso-scale habitat models in temporary rivers. SMIRES Project Final Conference. Tirana - Albania 4-5 of February 2020.

PROSEGUI

Fine



Congratulazioni!

Hai **completato** questo modulo.

Fantastico risultato! Grazie a questo modulo, hai acquisito un notevole bagaglio di conoscenze sulla raccolta di dati in campo in fiumi temporanei, che comprende sia approfondimenti teorici che esperienze pratiche sul campo.

Ora sei pronto per affrontare il modulo finale del corso.

Ottimo lavoro!

MODULE 7: Workshop sull'analisi delle immagini satellitari



Tutte le conoscenze acquisite nei **moduli precedenti** e durante la **gita in campo** saranno adesso messe in **pratica** con un **esercizio**. Lo scopo finale di questo esercizio sarà di imparare **come lavora e analizzare le immagini satellitari** di Sentinel-2 con il Temporary River Classifier (**TRC**), una applicazione web per osservare e classificare i fiumi temporanei.

Con questa attività, sarai in grado di **classificare l'idrotipo di un tratto di un fiume per intervallo temporale selezionato** (si veda, ad esempio, Munné et al., 2021). Imparerai anche a **analizzare le serie temporali di immagini satellitari e interpretare i risultati** ottenuti.

INIZIAMO !

1. OBIETTIVI. COMPETENZE ATTESE. INTRODUZIONE



Obiettivi e Competenze attese

2. AREA DI STUDIO

 **Area di Studio**

3. MATERIALE DA SCARICARE

 **Materiale da scaricare**

4. ESERCIZIO

 **Esercizio**

5. DISCUSSIONE

 **Discussione**

6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

 **Riferimenti bibliografici**

7. FINE

 **Fine**

Obiettivi e Competenze attese



I **4 Obiettivi e Competenze attese** di questo modulo sono i seguenti:



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.

1



2

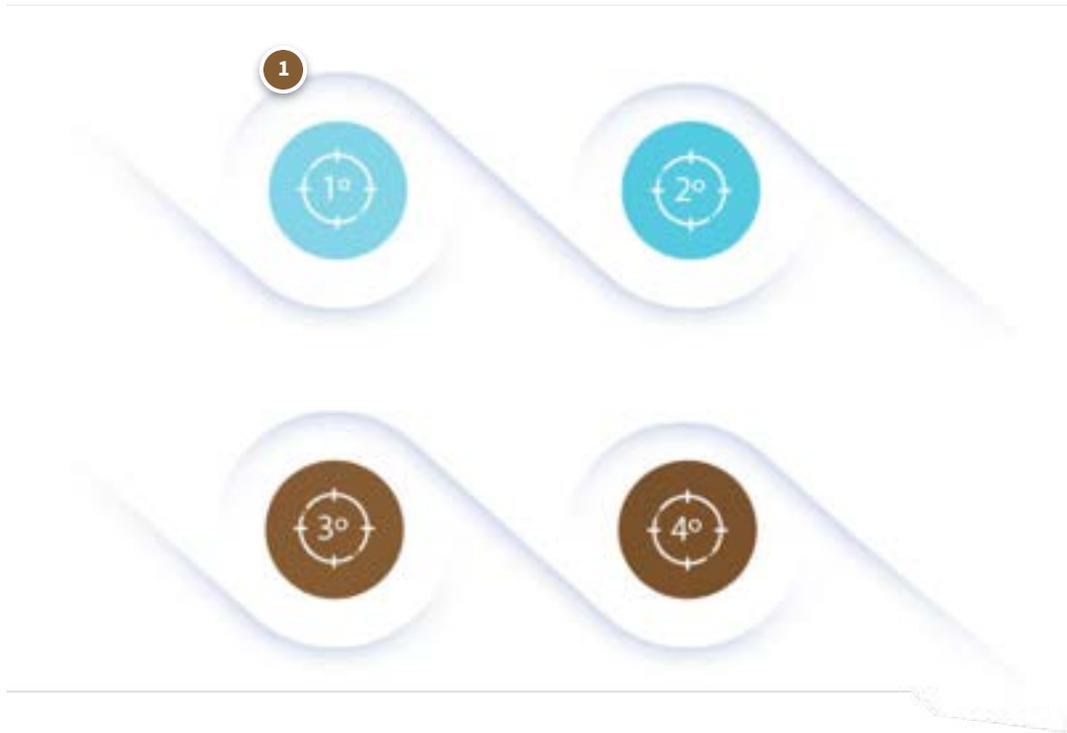


3



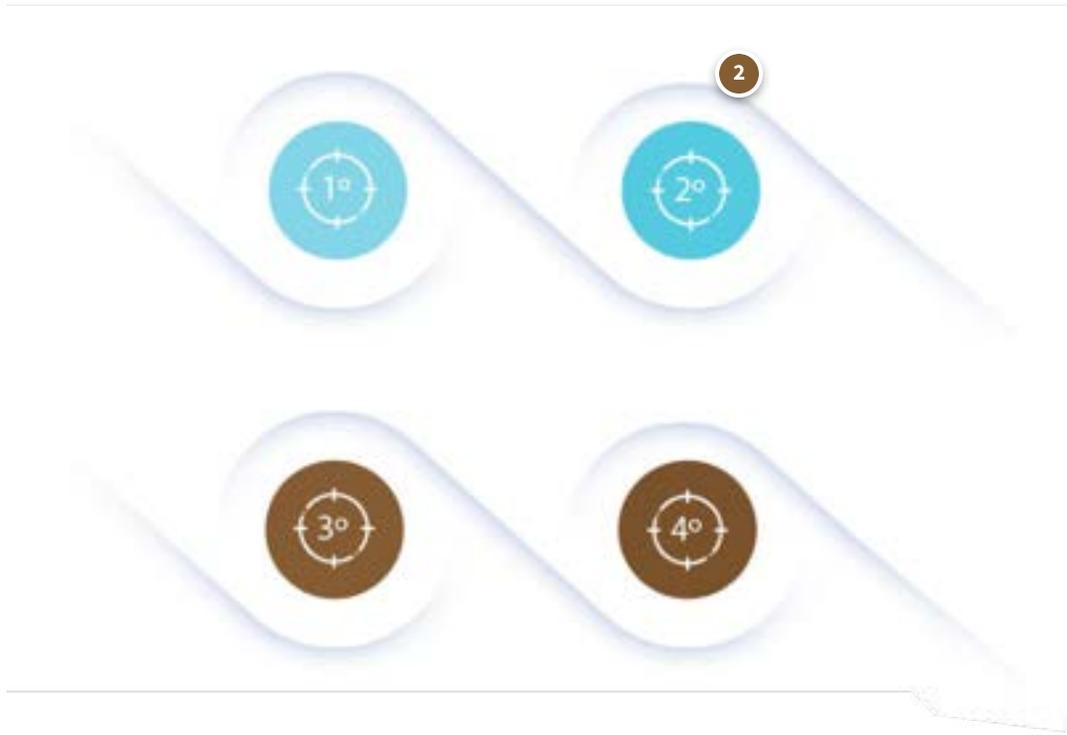
4





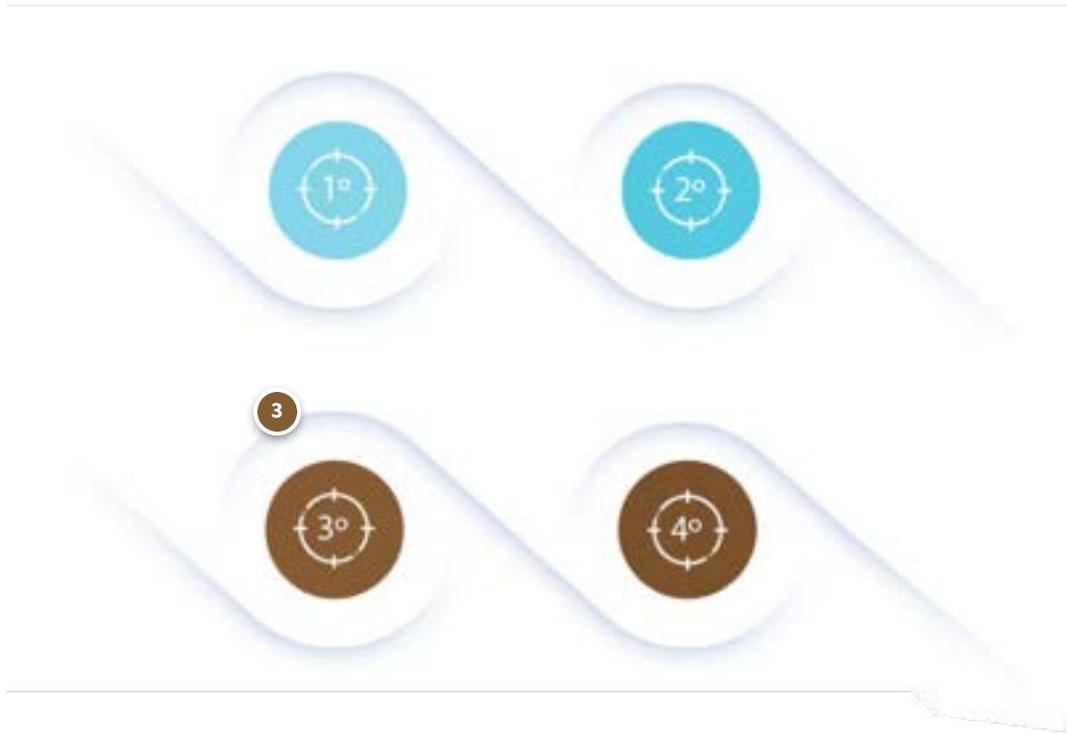
1

Prendere familiarità con l'uso dell'applicazione web, ovvero **Temporary River Classifier (TRC)**.



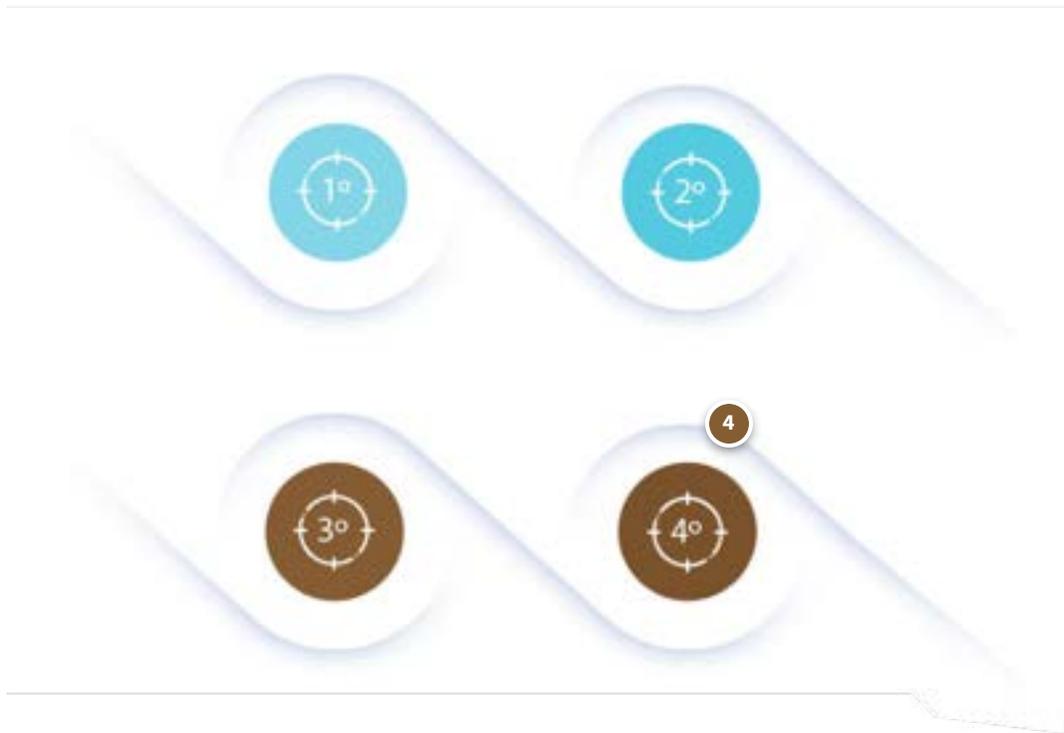
2

Gestire il **confronto** tra **dati di campo** e **immagini satellitari**.



3

Eeguire **la classificazione di immagini satellitari** per un tratto di fiume temporaneo.



4

Analizzare e quantificare la **frequenza** e **la durata dei periodi di non-flusso** nei fiumi temporanei.

PROSEGUI

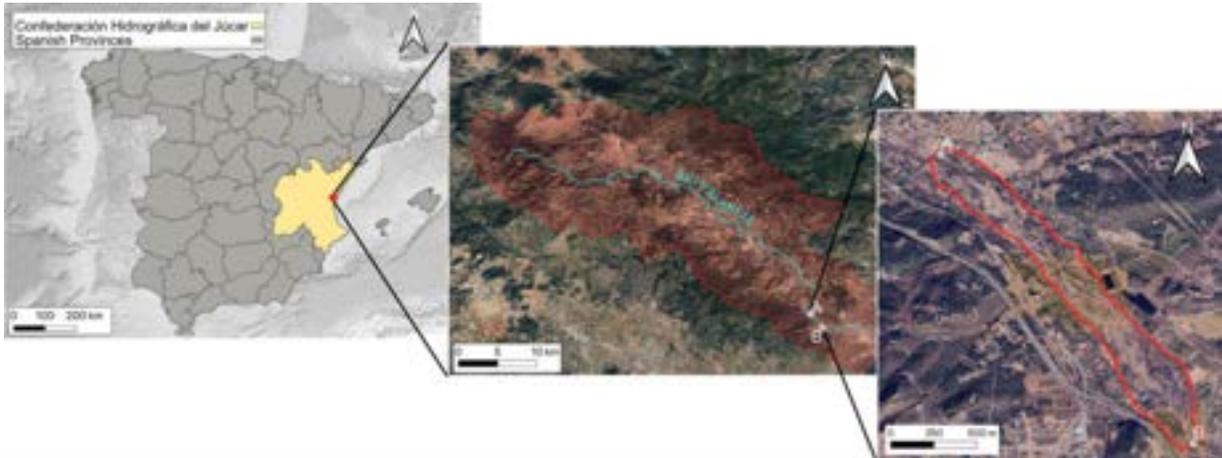
Area di Studio



Il caso studio per il workshop è il tratto del **fiume Palancia** all'altezza del villaggio Gilet (Valencia, Spagna):



Fare clic sull'immagine per ingrandirla.



Panoramica del tratto del fiume Palancia a Gilet (Spagna)

PROSEGUI

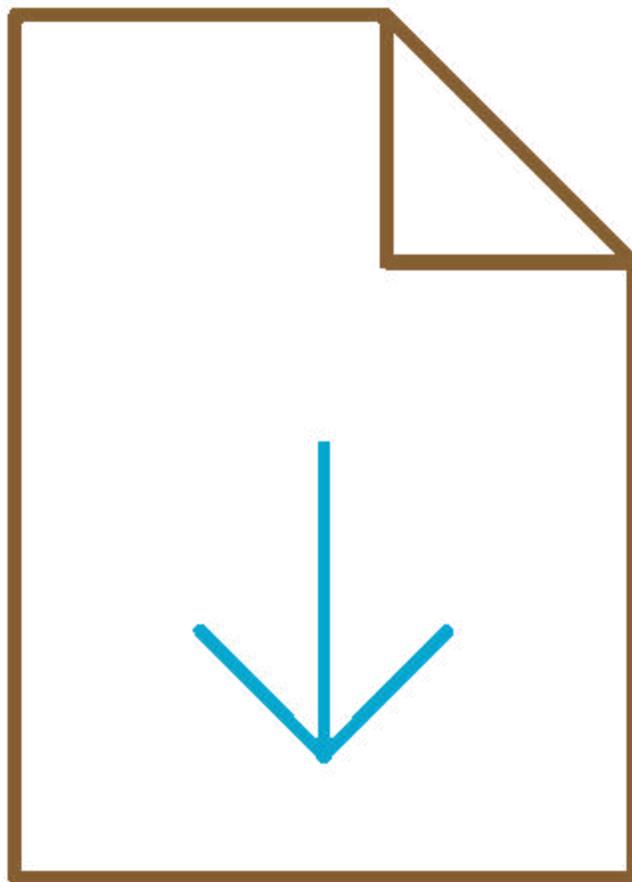
Lezione 3 di 7

Materiale da scaricare



RIVERTEMP

Materiale da scaricare



Una **cartella Zip ti sarà fornita** contenente i file richiesti per il completamento del workshop.



Fare clic sui pulsanti per visualizzare le informazioni.



Nella **cartella zip** troverai i seguenti **file**:

Immagine satellitari

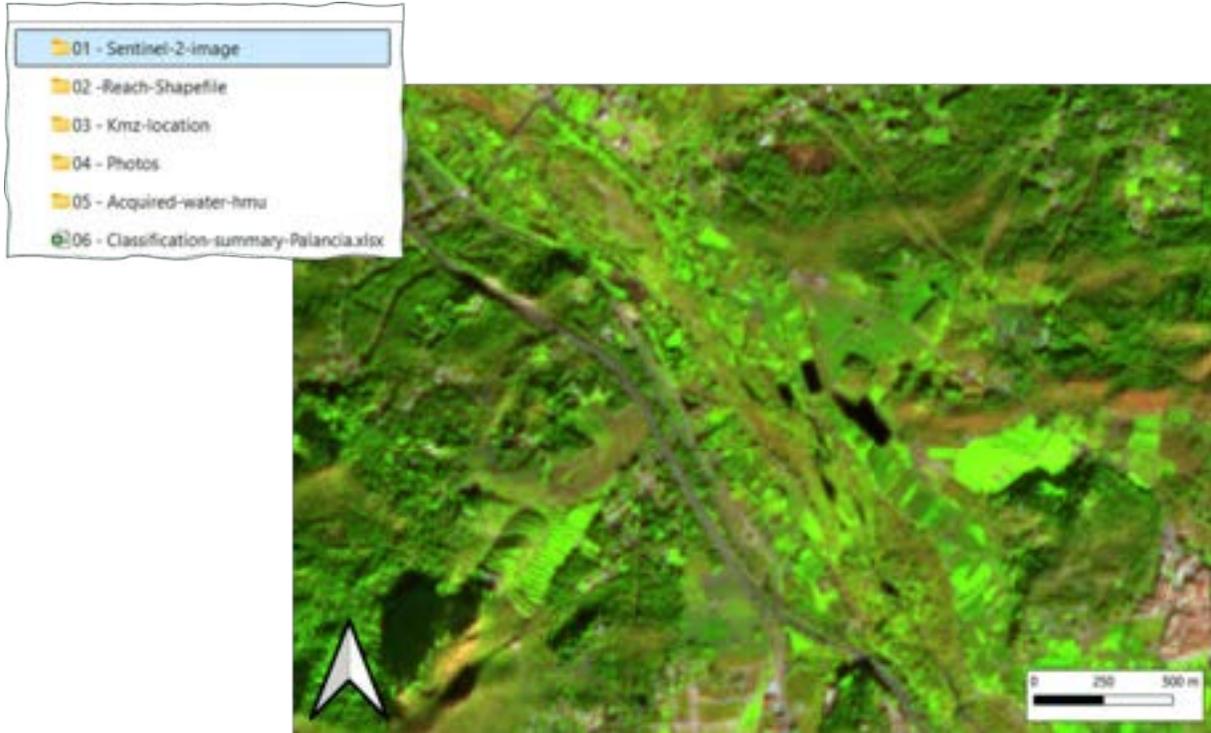
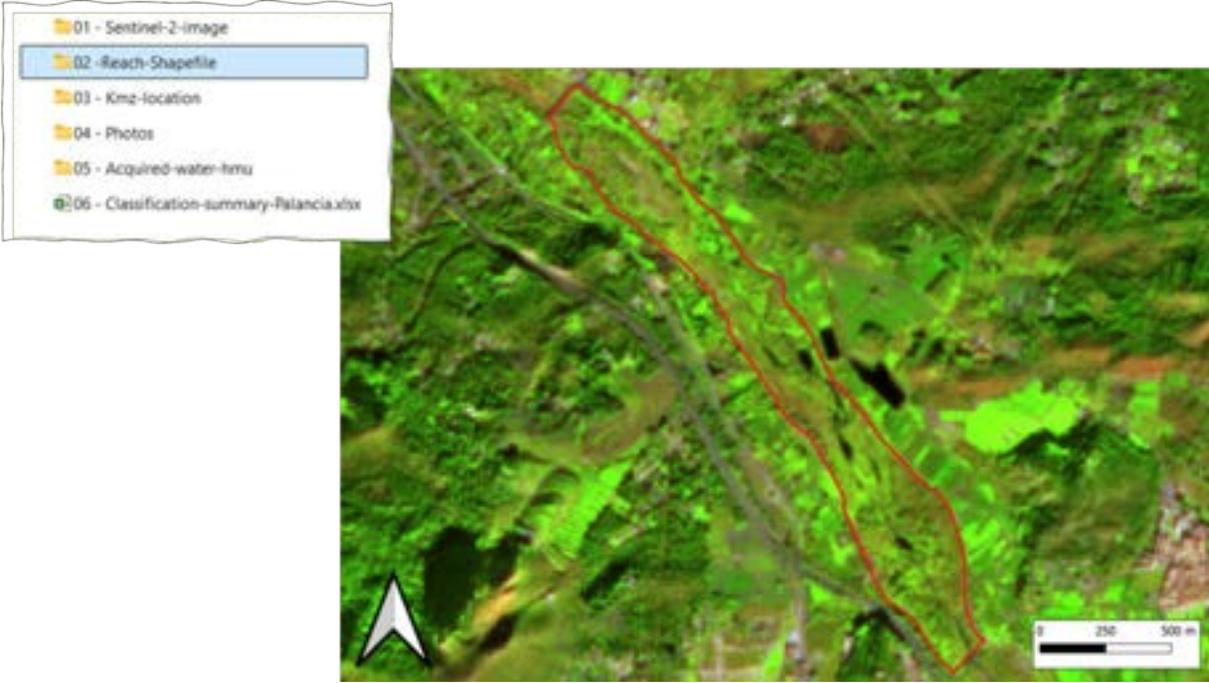


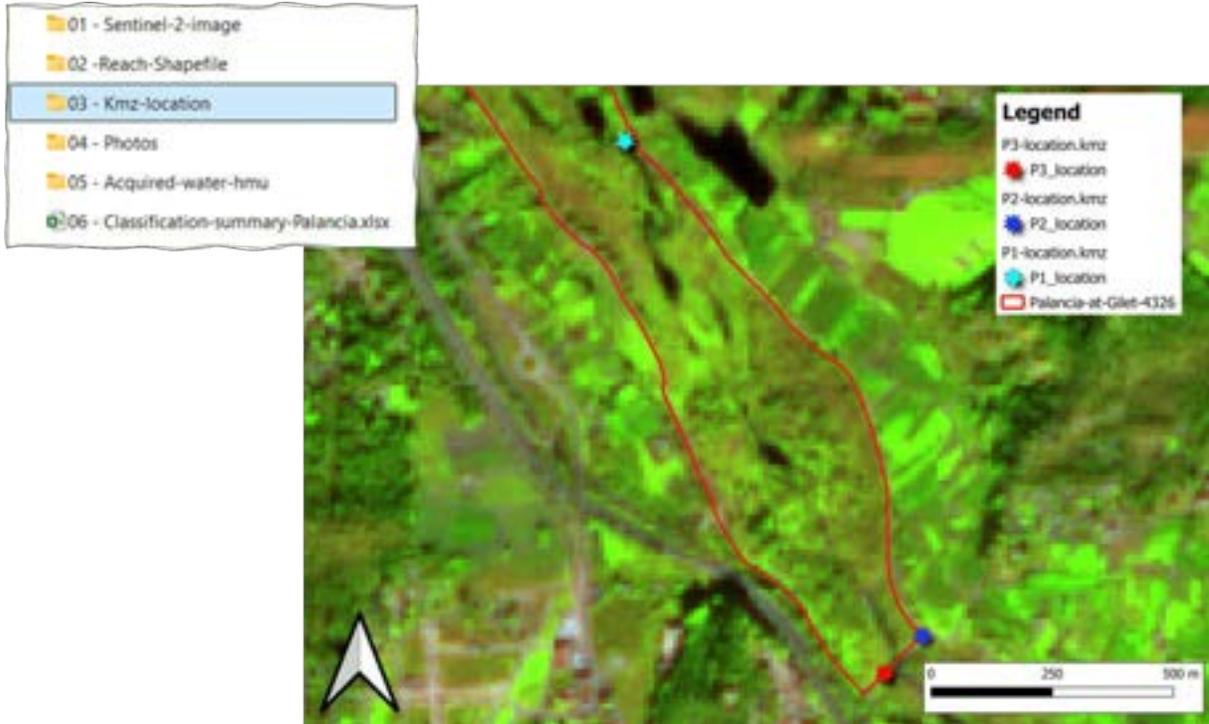
Immagine satellitare del 16/12/2022 che deve essere confrontata con i poligoni georeferenziati e le foto acquisite durante l'indagine sul campo del 17/12/2022.

Shapefile



Shapefile del tratto del fiume Palancia a Gilet, che definisce il tratto di fiume investigato.

Posizione Kmz



I punti .kmz **P1** (in **ciano**), **P2** (in **blu**) e **P3** (in **rosso**) da cui l'operatore ha acquisito le foto geolocalizzate.

Foto geolocalizzate

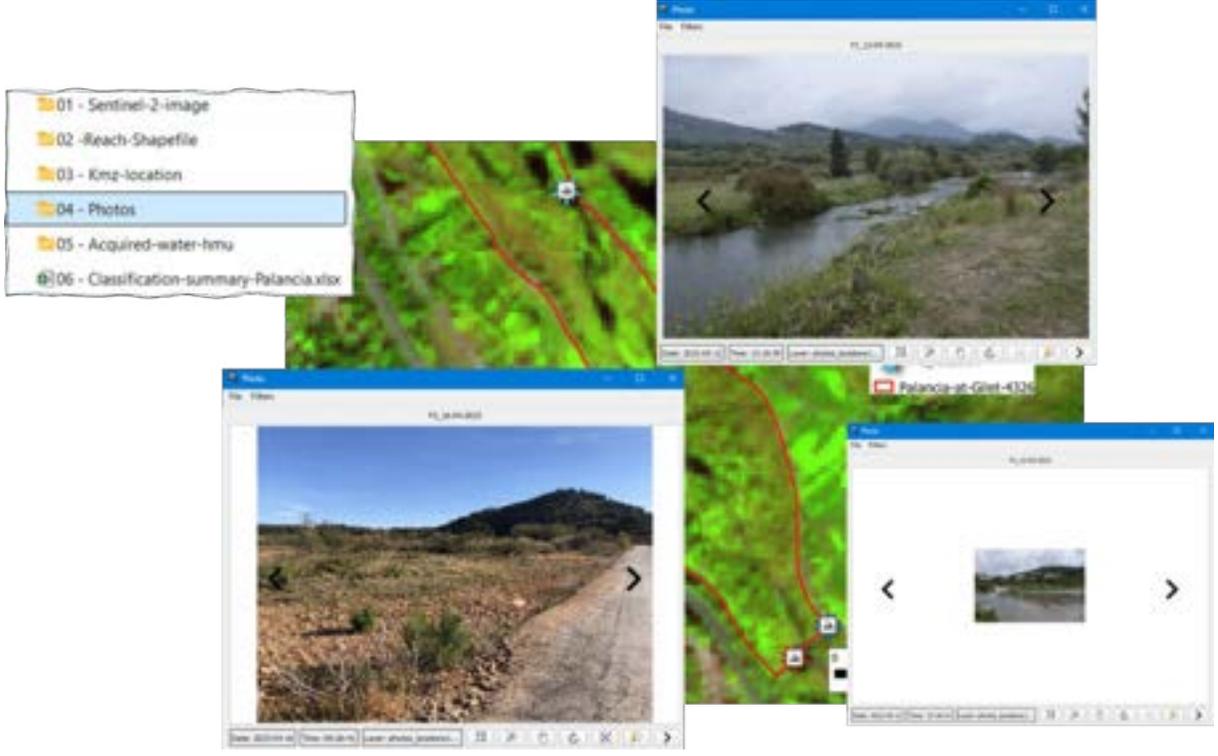


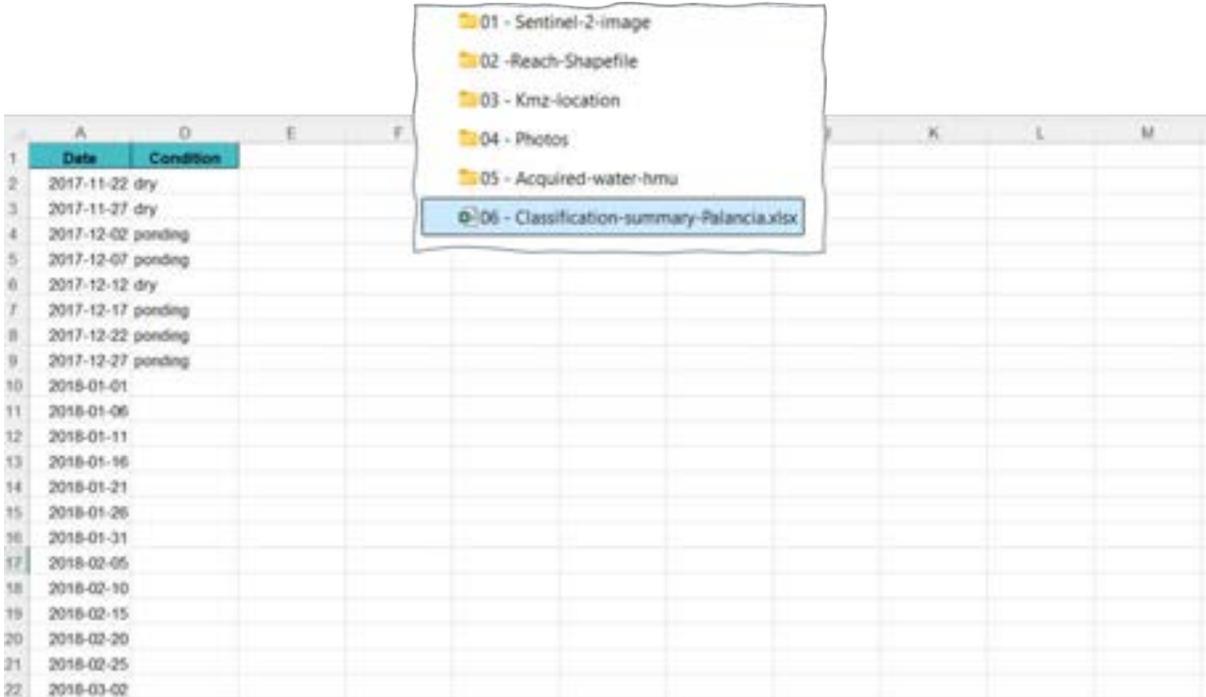
Foto geolocalizzate acquisite in differenti date.

Poligoni d'acqua georiferiti



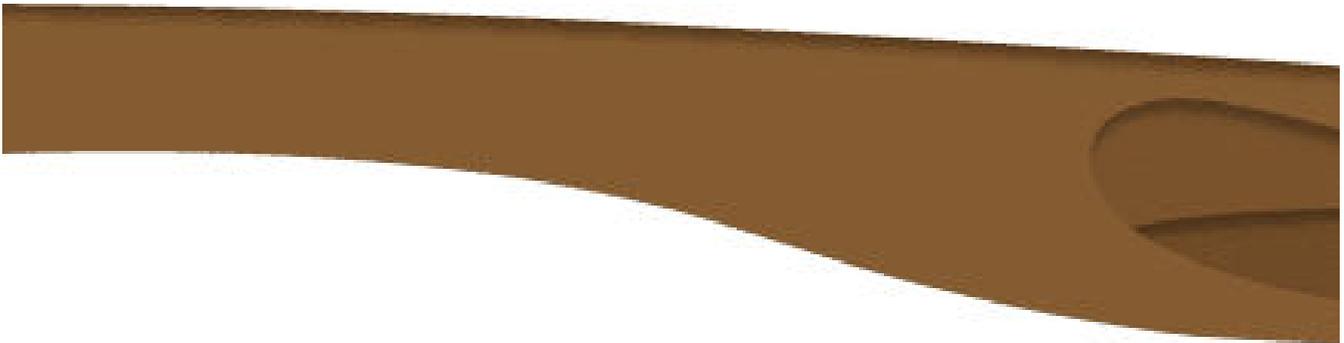
I poligoni d'acqua georiferiti acquisiti durante le indagini in campo con strumenti topografici.

File Excel



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		Date	Condition										
2		2017-11-22	dry										
3		2017-11-27	dry										
4		2017-12-02	ponding										
5		2017-12-07	ponding										
6		2017-12-12	dry										
7		2017-12-17	ponding										
8		2017-12-22	ponding										
9		2017-12-27	ponding										
10		2018-01-01											
11		2018-01-06											
12		2018-01-11											
13		2018-01-16											
14		2018-01-21											
15		2018-01-26											
16		2018-01-31											
17		2018-02-05											
18		2018-02-10											
19		2018-02-15											
20		2018-02-20											
21		2018-02-25											
22		2018-03-02											

Un file Excel contenente la classificazione delle immagini satellitari dal 2017 al 2024. Come puoi vedere, l'anno 2018 manca. Scegli quest'anno per effettuare la tua classificazione delle immagini satellitari.





Fare clic sul pulsante per scaricare la cartella zip.



Workshop_Palancia_at_Gilet_MOOC-Module7.zip

23.3 MB



PROSEGUI

Esercizio



RIVERTEMP

Esercizio

Ora tocca a te sfidare te stesso!



Usando l'applicazione web **Temporary River Classifier (TRC)**, eseguirsi una classificazione delle immagini satellitari per l' **anno 2018**. I risultati attesi di questo workshop sono:

- 1 La **serie temporale** delle immagini satellitari classificate per **il 2018**.
- 2 Il numero di **immagini nuvolose**.
- 3 Il **Tempo Effettivo di rivisitazione (Effective Revisit time, ERT)**.
- 4 Le **permanenze** di ciascuna condizione idrologica (**Mf, Mp, Md**, espresse in %).

La **definizione** dell'idrotipo del tratto analizzato per il **2018**, fornito dal **grafico ternario degli idrotipi**.



Utilizzando le classificazioni riportate per gli altri anni nel file Excel, sei invitato a condurre analisi comparative per valutare se e come varia la temporaneità del tratto del fiume Palancia nel periodo 2017-2024.

PROSEGUI

Discussione



RIVERTEMP

Discussione

Vi chiediamo di

porvi queste

domande:



1

Basandovi sulle immagini da voi classificate, che **condizione idrologica domina** l'anno in questione? Che **fattori climatici o ambientali** possono spiegare questo comportamento?

2

In che modo i **valori di permanenza (Mf, Mp, Md)** si accordano con i **cambiamenti stagionali attesi**? Riesci a notare eventuali **discrepanze**? Se sì, come le spiegheresti?

3

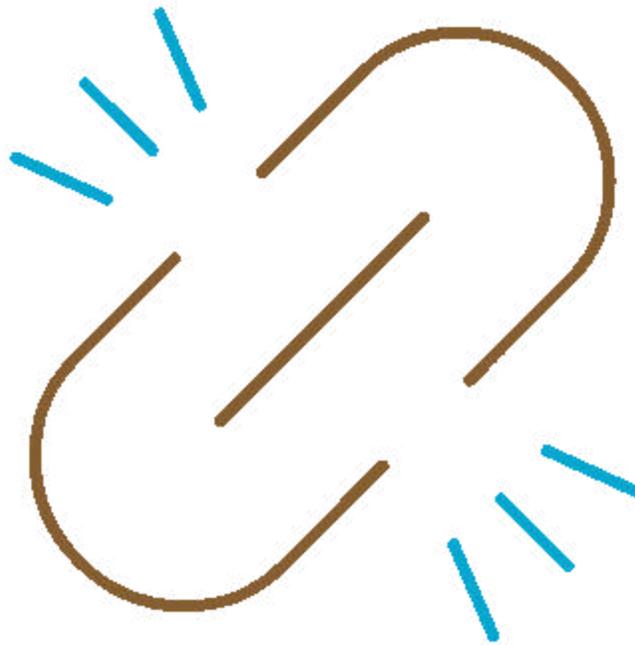
Confrontando i risultati dei diversi anni, quali **differenze significative** noti? Queste differenze potrebbero indicare **una chiara classificazione degli idrotipi o una tendenza** per le condizioni idrologiche del fiume?

4

Che piano di gestione annuale **suggeriresti** per i fiumi temporanei o un **piano generale di gestione** che può essere valido a lungo termine? Motivate la scelta.

PROSEGUI

Riferimenti bibliografici



Riferimenti bibliografici

Nello sviluppo di qualsiasi corso accademico, i riferimenti bibliografici svolgono un ruolo cruciale, fornendo il necessario supporto teorico e pratico al materiale insegnato.

I riferimenti non solo rafforzano la credibilità dei materiali di studio, ma consentono agli studenti

Questa serie di riferimenti è stata accuratamente selezionata per fornire

di approfondire gli argomenti trattati, acquisendo una comprensione più profonda dei concetti chiave e scoprendo nuove prospettive.

una solida base di conoscenze, comprendendo una varietà di fonti, tra cui libri, articoli accademici, ricerche recenti e risorse digitali.

Munné, A., Bonada, N., Cid, N., Gallart, F., Solà, C., Bardina, M., ... & Prat, N. (2021). A proposal to classify and assess ecological status in Mediterranean temporary rivers: Research insights to solve management needs. *Water*, 13(6), 767.

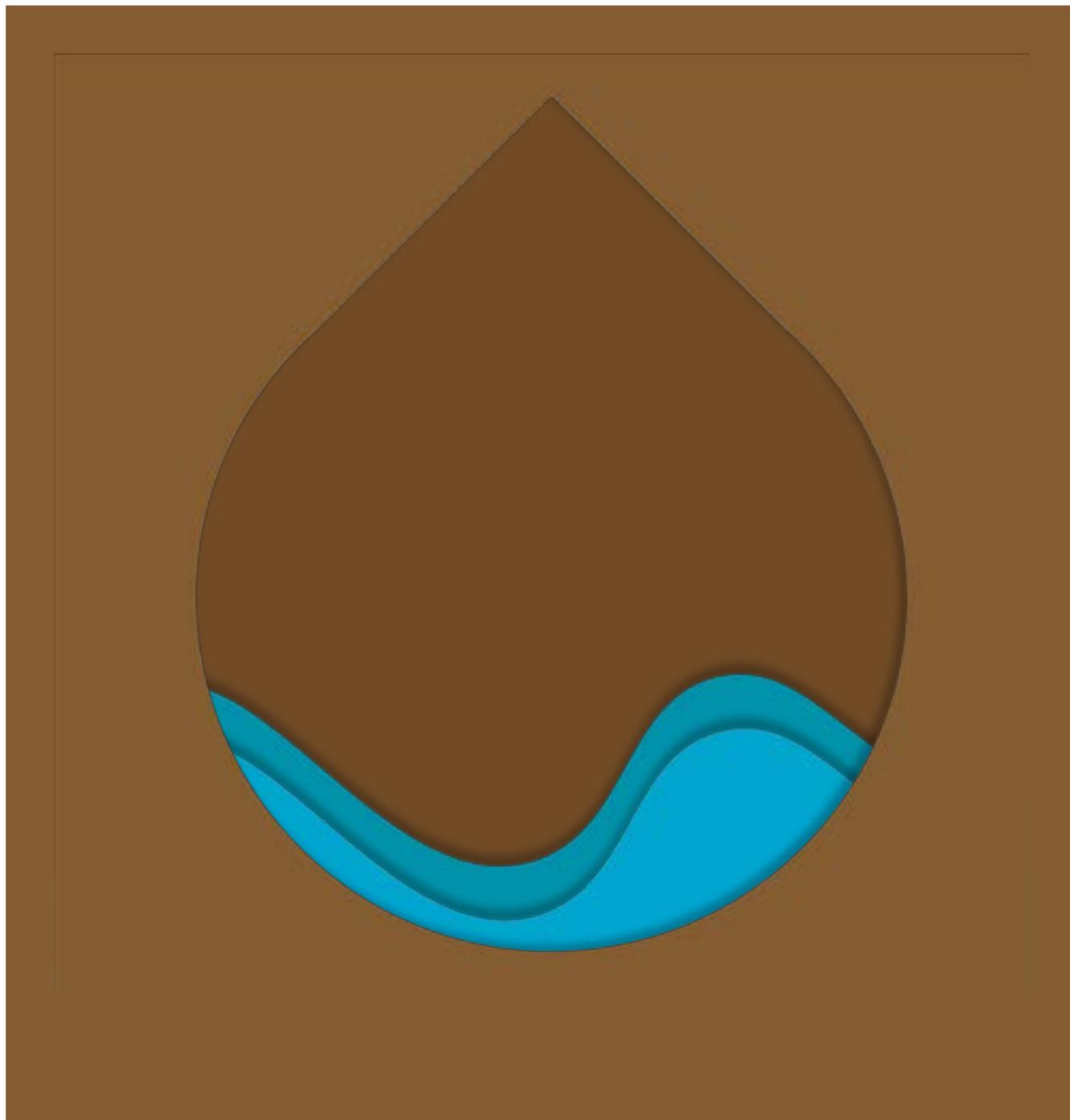


Ci auguriamo che questi riferimenti possano essere uno strumento prezioso per l'apprendimento, favorendo una

comprensione completa e critica degli argomenti trattati in questo corso.

PROSEGUI

Fine



Congratulazioni!

Hai **completato** questo modulo.

Ecco la fine di questo corso di formazione. Hai acquisito le conoscenze e le competenze necessarie per identificare e classificare i fiumi temporanei, quindi congratulazioni per il tuo eccezionale risultato!

Puoi continuare ad utilizzare l'applicazione web Temporary River Classifier (TRC) da solo per descrivere tratti di fiumi di tutto il mondo!

Ora puoi anche aiutare scienziati e ricercatori scattando foto dei fiumi, specificando data e la posizione precisa, utilizzando l'app [del progetto DRyVER](#)

I fiumi temporanei hanno bisogno di maggiore attenzione, e tu ora sei tra coloro che danno loro la giusta importanza.

Ottimo lavoro!