

ATTIVITA' PILOTA: INDIVIDUAZIONE E DEFINIZIONE DI AZIONI E IDEE PROGETTUALI PRIORITARIE PER IL MIGLIORAMENTO DELL'HABITAT FLUVIALE, LA MITIGAZIONE DELL'ARTIFICIALITÀ DEL REGIME FLUVIALE E IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ ECOLOGICA E

IDROMORFOLOGICA DEL FIUME ISONZO.

PILOTSKE DEJAVNOSTI: IDENTIFIKACIJA IN DOLOČANJE PRIORITETNIH AKCIJ IN PROJEKTHNIH IDEJ ZA IZBOLJŠANJE REČNEGA HABITATA, UBLAŽITEV IZUMETNIČENOSTI REČNEGA REŽIMA IN IZBOLJŠANJE EKOLOŠKE IN HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI REKE SOČE.

Versione/Verzija: N./ Št. 1

Autore/Avtor: Giacomo Casagrande, Daniela Iervolino, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione centrale difesa dell'ambiente, energia e sviluppo sostenibile, Servizio gestione risorse idriche

Data/Datum: 18/01/2022

PODATKI O DOKUMENTU / INFORMAZIONI SUL DOCUMENTO

Delovni sklop	Work package: Wp 3.1
Aktivnost: 4	Attività: 4
Dosežek	Risultato
IDENTIFIKACIJA IN DOLOČANJE PRIORITETNIH AKCIJ IN PROJEKTHNIH IDEJ ZA IZBOLJŠANJE REČNEGA HABITATA, UBLAŽITEV IZUMETNIČENOSTI REČNEGA REŽIMA IN IZBOLJŠANJE EKOLOŠKE IN HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI REKE SOČE	INDIVIDUAZIONE E DEFINIZIONE DI AZIONI E IDEE PROGETTUALI PRIORITARIE PER IL MIGLIORAMENTO DELL'HABITAT FLUVIALE, LA MITIGAZIONE DELL'ARTIFICIALITÀ DEL REGIME FLUVIALE E IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ ECOLOGICA E IDROMORFOLOGICA DEL FIUME ISONZO
Odgovorni partner za dosežek: PP9	Partner responsabile del risultato: PP9
Avtorji	Autori
Giacomo Casagrande, Daniela Iervolino	Giacomo Casagrande, Daniela Iervolino
Naslov dokumenta	Titolo del documento
IDENTIFIKACIJA IN DOLOČANJE PRIORITETNIH AKCIJ IN PROJEKTHNIH IDEJ ZA IZBOLJŠANJE REČNEGA HABITATA, UBLAŽITEV IZUMETNIČENOSTI REČNEGA REŽIMA IN IZBOLJŠANJE EKOLOŠKE IN HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI REKE SOČE	INDIVIDUAZIONE E DEFINIZIONE DI AZIONI E IDEE PROGETTUALI PRIORITARIE PER IL MIGLIORAMENTO DELL'HABITAT FLUVIALE, LA MITIGAZIONE DELL'ARTIFICIALITÀ DEL REGIME FLUVIALE E IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ ECOLOGICA E IDROMORFOLOGICA DEL FIUME ISONZO
Datum: 18/01/2022	Data: 18/01/2022
Dokument je sestavljen v slovenskem in italijanskem jeziku. V primeru neskladnosti ali dvomov pri tolmačenju prevlada italijanski jezik.	Il presente documento è redatto in italiano e sloveno. In caso di discordanza o di dubbi interpretativi prevale il testo in lingua italiana.
Vsebina dokumenta ne odraža nujno uradnega stališča Evropske unije.	Il contenuto del presente documento non rispecchia necessariamente le posizioni ufficiali dell'Unione Europea.

INTRODUZIONE

Obiettivo principale del progetto GREVISLIN (progetto finanziato nell'ambito del Programma Interreg V-A Italia-Slovenia 2014-2020) è sviluppare un'area transfrontaliera coesa, integrata e sostenibile con una chiara strategia a lungo termine nella gestione delle infrastrutture verdi, rafforzare la sensibilità e le misure per uno sviluppo transfrontaliero sostenibile.

La sfida è stabilire una pianificazione strategica transfrontaliera a lungo termine per sviluppare e tutelare le infrastrutture verdi, monitorare le acque e la biodiversità degli habitat, implementare attività pilota e investimenti per la creazione di infrastrutture verdi in aree NATURA 2000 e sensibilizzare i gruppi target sulla sostenibilità delle risorse idriche, delle aree protette e dei terreni forestali e agricoli.

BUDGET TOTALE: 2.940.032,53€
 CONTRIBUTO FESR: 2.499.027,63€
 DURATA: 39 mesi

Inizio: 15.11.18 - Fine: 14.02.22
 LEAD PARTNER: Agenzia di sviluppo regionale del Nord Primorska S.r.l. Nova Gorica

PARTNER DI PROGETTO: Comune di Ajdovščina; Comune di Nova Gorica; Istituto per l'Acqua Sloveno; Agenzia ambientale slovena (ARSO); Istituto agricolo forestale di Nova Gorica; Comune di Postojna; Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali; Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Centrale ambiente ed energia - Servizio gestione risorse idriche; Agenzia Regionale per la Protezione dell'ambiente del Friuli Venezia Giulia; Consorzio di Bonifica della Venezia Giulia; Comune di Staranzano; Regione del Veneto; Agenzia Veneta per l'innovazione nel settore primario - Veneto Agricoltura
www.ita-slo.eu/grevislin

UVOD

Glavni splošni cilj projekta GREVISLIN (projekt, ki je financiran v okviru programa Interreg VA Italia-Slovenija 2014-2020) je razvijati trajnostno celostno kohezivno čezmejno območje z jasno dolgoročno strategijo na področju upravljanja zelene infrastrukture, krepiti ozaveščenost in ukrepe za trajnostni čezmejni razvoj.

Skupni izziv je vzpostaviti dolgoročno čezmejno strateško načrtovanje razvoja in varstva zelene infrastrukture, dolgoročno spremljanje stanja voda in biotske raznovrstnosti habitatov, izvesti pilotne aktivnosti in naložbe vzpostavitve zelenih infrastruktur na območju NATURA 2000 ter povečevanje ozaveščenosti ciljnih skupin o pomenu trajnostnega upravljanja z vodami, zavarovanih območij ter gozdnih in kmetijskih površin.

CELOTNI ZNESEK: 2.940.032,53€

PRISPEVEK ESRR: 2.499.027,63€

TRAJANJE: 39 mesecev

Začetek: 15.11.18 - Konec: 14.02.22

VODILNI PARTNER: RRA Severne Primorske doo Nova Gorica

PROJEKTNI PARTNERJI: Občina Ajdovščina; Občina Nova Gorica; Inštitut za Vode Republike Slovenije; Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO); Občina Postojna; Urad za vodno območje Vzhodnih Alp; Avtonomna Dežela Furlanija - Julijska krajina - Centralna direkcija za okolje in energetiko - Služba za upravljanje z vodnimi viri; Deželna agencija za varstvo okolja Furlanije Julijske krajine; Konzorcij "Consorzio di Bonifica della Venezia Giulia"; Občina Staranzano; Dežela Benečija; Beneška agencija za inovacije v primarnem sektorju - Veneto Agricoltura
www.ita-slo.eu/grevislin

To poročilo navaja izsledke dejavnosti 4, ki je bila izvedena v okviru delovnega paketa WP 3.1 projekta GREVISLIN.



La presente relazione riporta i risultati dell'attività 4 condotta nell'ambito del WP 3.1 del progetto GREVISLIN.

Lo scopo è stato quello di valutare l'effettiva praticabilità tecnica di quanto individuato dal Laboratorio Isonzo tra le soluzioni di medio periodo e di individuare ulteriori possibilità di rifasamento e miglioramento dell'habitat fluviale, contestualizzando le soluzioni nell'ambito del piano delle infrastrutture verdi.

In questo modo si intende fornire una base tecnica di supporto per le soluzioni e le azioni che necessiteranno di essere portate al tavolo della commissione bilaterale per l'idroeconomia o che potrebbero implicare una rinegoziazione di quanto previsto dal Trattato di Osimo, con particolare riguardo alle portate minime rilasciate dalla diga di Salcano.

Infatti, il tema dei servizi ecosistemici legati al fiume impone di ampliare la prospettiva di gestione delle acque e di inserirla in una chiave più moderna di Obiettivi di sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals), superando la gestione nata con l'accordo di Osimo basata su finalità esclusivamente irrigue.

Namen je bil ocena dejanske tehnične izvedljivosti tistega, kar so ugotovili v Laboratoriju Soča za srednjeročne rešitve in opredelitev še druge možnosti za uravnavanje in izboljšanje rečnega habitata, sočasno z rešitvami v okviru načrtovanja zelenih infrastruktur.

Na tak način nameravamo posredovati tehnično osnovo v podporo rešitev in delovanja, ki jih je treba predložiti bilateralnemu odboru za vodno gospodarstvo ali, ki bi lahko vsebovali ponovno pogajanje za tisto, kar predvideva Osimski sporazum, še zlasti v zvezi z minimalnimi pretoki izpustov iz Solkanskega jeza.

Tematika ekosistemskih storitev, ki so vezane na reko, namreč nalaga razširitev perspektive upravljanja voda in njeno vključitev v sodobnejši ključ Ciljev Trajnostnega Razvoja (Sustainable Development Goals), s preseganjem upravljanja, ki je nastalo z Osimskim sporazumom in temelji izrecno na namakanju.



Sommario/Povzetek

INTRODUZIONE	5
UVOD.....	5
1. Il pregresso storico	8
2. Le portate del fiume Isonzo per i servizi ecosistemici a valle della diga di salcano ..	11
3. Analisi della continuità fluviale per l'individuazione delle portate minime di mantenimento della continuità fluviale tra Sagrado e Pieris.....	15
4. Analisi di possibili interventi strutturali per il rifasamento delle portate del fiume Isonzo	22
5. Gli interventi non strutturali.....	27
6. Conclusioni	28
7. Pretekla zgodovina	29
8. Pretoki reke soče za ekosistemske storitve pod solkanskim jezom	32
9. Analiza kontinuitete rečnega pretoka za ugotavljanje najmanjšega potrebnega pretoka za ohranjanje kontinuitete rečnega pretoka v zagraju in pierisu	36
10. Analiza možnih strukturnih posegov za regulacijo pretokov reke Soče	43
11. Nestrukturni posegi	48
12. Zaključki	49
13. Bibliografia/ Bibliografija.....	50

1. Il pregresso storico

Il problema della gestione transfrontaliera delle acque del fiume Isonzo nasce nel 1947 e precisamente nell'allegato nono al trattato di pace tra Italia e l'allora Jugoslavia, in cui sono contenuti gli accordi per l'utilizzo e regimazione delle acque dell'Isonzo.

Il fiume Isonzo a valle della diga slovena di Salcano è soggetto ad intenso fenomeno di hydropeaking derivante dai limitati rilasci dalla diga durante le ore di minor rendita del prezzo dell'elettricità, che provocano variazioni delle portate giornaliere tipicamente con 2-4 picchi al giorno, con picchi di portate tra i 50 mc/s e i 140 mc/s a seconda della disponibilità idrica del fiume a monte della diga di Salcano, che ha una capacità nominale di 1.500.000 mc d'acqua ed un volume utile di invaso di 1.000.000 mc (www.seng.si). Gli estremi dei picchi di rilascio artificiale possono arrivare a 180 mc/s (massima portata di produzione possibile) mentre durante le magre del fiume si verificano episodi con rilasci inferiori ai 20 mc/s anche per più ore (minime assolute sui 12-13 mc/s).

L'allegato nono al trattato di pace tra Italia e Jugoslavia del 1947 dispone alla lettera b), punto 5, quanto segue:

“La Jugoslavia provvederà a che gli impianti esistenti o che possano essere in futuro costruiti nella zona dell'Isonzo per la produzione di energia elettrica siano utilizzati in modo che i quantitativi di acqua di cui l'Italia abbia bisogno periodicamente per irrigare la regione compresa tra Gorizia e la costa adriatica a sud-ovest di questa città, possano essere prelevati dall'Isonzo”.

Tuttavia nel trattato, a tutela degli interessi jugoslavi, interviene una disposizione limitativa per la quale *“l'Italia non potrà rivendicare il diritto di utilizzare l'acqua dell'Isonzo in quantitativi maggiori o in condizioni più favorevoli di quelli attualmente abituali per il passato”.*

L'interpretazione del trattato di pace circa *“i quantitativi di acqua di cui l'Italia abbia bisogno periodicamente”*, diede adito a una serie di discussioni tra l'Italia e la Repubblica Jugoslava appianate in esito all'attività della Commissione mista permanente per l'idro economia istituita, nel frattempo, dal trattato e dagli accordi di Osimo (recepiti dalla L.14 marzo 1977 n. 73). Attraverso l'attività della Commissione fu, infatti, univocamente determinato in 25 mc/s la portata media giornaliera necessaria abitualmente a Gorizia nel periodo irriguo contestualizzando però tale idro esigenza, nell'ambito di un “sistema globale” di produzione di energia idroelettrica e di regolazione delle portate dell'Isonzo.

Tale sistema globale prevedeva di garantire la portata di 25 mc/s attraverso la realizzazione di uno sbarramento idroelettrico sul confine jugoslavo in località Salcano e la realizzazione di un bacino di rifasamento in territorio italiano, cioè di un bacino con il compito di raccogliere le acque scaricate dalla centrale idroelettrica jugoslava per erogarle in forma continua (pari a 25 mc/s) in Italia anche quando la centrale (jugoslava) non funzionava.

Va evidenziato che la Commissione mista nell'approvare tale “sistema globale” stabilì le portate massime e minime di esercizio pari rispettivamente a 120 mc/s e 12,5 mc/s.

Si sottolinea che il Trattato impone che le portate, indipendentemente dalle modalità con cui venivano scaricate nell'arco della giornata da monte, fossero laminate, rifasate e comunque regolate a valle in un bacino di regolazione, appunto, giornaliera. Il compromesso raggiunto fu proprio quello della regolazione giornaliera in quanto una regolazione diversa (es. settimanale o, ancor più efficace per la separazione dei due sottobacini, annuale) richiedeva volumi difficilmente individuabili a valle se non a fronte di opere molto impattanti.

Con D.P.R. 19 settembre 1978 n. 650 fu autorizzata la costruzione, a cura dell'allora Ministero dei Lavori Pubblici, della traversa di rifasamento a valle di Salcano stabilendo di assicurare una disponibilità di 23 mc/s per l'uso irriguo in territorio italiano. Per una serie di vicissitudini, sostanzialmente legate alla disapprovazione della comunità locale ed a problemi procedurali legati all'appalto di realizzazione dell'opera, la traversa di rifasamento non fu più realizzata.

Le esperienze degli anni passati confermano che anche nei periodi di magra dell'Isonzo, nella fattispecie durante la stagione estiva, l'alveo italiano del fiume è soggetto a sensibili escursioni di portata giornaliera nonostante situazioni di perdurante magra nell'intero bacino, dovuta al particolare utilizzo dell'invaso idroelettrico di Salcano, situato appena oltre confine in territorio sloveno.

Ciò comporta uno sbalzo giornaliero di portata e del livello del fiume Isonzo (in territorio italiano) tale da rendere difficoltoso l'esercizio dell'irrigazione nella parte nord del comprensorio (Agro Cormonese) e critico l'esercizio nella parte sud (Agro Monfalconese).

L'irregolarità della portata inoltre ha fatto sì che ci siano state forti difficoltà anche nel garantire il rispetto del rilascio del minimo deflusso vitale in corrispondenza delle derivazioni. Tale esercizio ha avuto conseguenze negative soprattutto sullo stato delle comunità ittiche come illustrato nella relazione di sintesi dell'attività 7 del WP 3.2 e ha compromesso la buona riuscita della riproduzione della trota marmorata (studio effettuato nel settembre 2005 dal Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Trieste su commissione dell'Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia).

Al fine della presente sintesi si sottolinea come la situazione che si è consolidata negli anni di esercizio (da metà degli anni '80 ad oggi) in seguito agli accordi di Osimo vede una portata di esercizio ordinario dalla diga di Salcano che arriva frequentemente a rilasci minimi giornalieri di 20 mc/s, che possono perdurare anche per più di qualche ora. Nei periodi maggiormente siccitosi le portate rilasciate scendono anche al di sotto dei 20 mc/s. Di fatto nel territorio italiano le diverse derivazioni e prelievi nonché modalità degli utilizzi idrici si sono strutturati negli anni e si sono dotati di manovre e sistemi di regolazione per non entrare in crisi per portate rilasciate a Salcano al di sotto dei 20-25 mc/s, sempre intendendo che le portate minime rilasciate non perdurino nella giornata intera o per più giorni.

È evidente, da più fonti e riscontri, che il problema maggiore per come è strutturato attualmente il sistema derivatorio italiano, è la necessità di quantitativi minimi costanti ed avere garanzie e preavvisi sulla programmazione e durata dei rilasci minimi da Salcano. Infatti l'approvvigionamento d'acqua a scopi irrigui per i comprensori irrigui dell'Agro



Cormonese-Gradiscano e dell'Agro Monfalconese, per una superficie agricola pari a 10.000 ettari, è strettamente legato alla sola ed unica fonte che è il fiume Isonzo. I comprensori irrigui sono serviti da impianti irrigui ad aspersione ed il ruolo dell'agricoltura nell'economia isontina è di fondamentale importanza per la presenza di numerose imprese agricole con un elevato impiego di addetti.

Per quanto riguarda gli aspetti idromorfologici ed ecologici del fiume, risulta consolidato nella bibliografia moderna come il fenomeno dell'hydropiking costituisca un impatto con pesanti ripercussioni sullo stato idro-morfologico e biologico del fiume nonché su tutto l'ecosistema dipendente dal fiume, di qui la necessità di individuare azioni e idee progettuali prioritarie per il miglioramento dell'habitat fluviale, la mitigazione dell'artificialità del regime fluviale e miglioramento della qualità ecologica e idromorfologica del fiume Isonzo, tenendo comunque presente che i quantitativi minimi di deflusso in gioco sono quelli citati (25 mc/s - verbale della seconda sessione della commissione permanente Italo- Jugoslava per l'Idroeconomia).

A fine 2011 l'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali, su finanziamento della Regione Friuli Venezia Giulia, ha provveduto all'organizzazione di un percorso partecipato denominato "Laboratorio Isonzo" avente lo scopo di scambiare informazioni tra i portatori d'interesse per aumentare la consapevolezza sui problemi di gestione transfrontaliera delle portate del fiume Isonzo, confrontare i punti di vista in merito a fattibilità, efficacia e sostenibilità (sociale, ambientale, economica) di possibili soluzioni e esplicitare le soluzioni condivise. Nelle sue conclusioni, il Laboratorio Isonzo ha provveduto ad articolare un ampio ventaglio di soluzioni così articolate:

- soluzioni di breve periodo e di ottimizzazione degli usi che prevedono il miglioramento del monitoraggio delle portate e la promozione di azioni di risparmio idrico.
- soluzioni di medio periodo e interventi strutturali che prevedono l'individuazione di siti extra alveo per lo stoccaggio di volumi per uso irriguo e il riutilizzo di traverse già esistenti per il miglioramento dell'attuale assetto idromorfologico.
- soluzione di lungo periodo che prevede la revisione degli accordi di Osimo.

Lo scopo della presente attività è stato quello di valutare l'effettiva praticabilità tecnica di quanto individuato dal Laboratorio Isonzo tra le soluzioni di medio periodo e di individuare ulteriori possibilità di rifasamento e miglioramento dell'habitat fluviale, contestualizzando le soluzioni nell'ambito del piano delle infrastrutture verdi. In questo modo si intende fornire una base tecnica di supporto per le soluzioni e le azioni che necessiteranno di essere portate al tavolo della commissione bilaterale per l'idroeconomia o che potrebbero implicare una rinegoziazione di quanto previsto dal Trattato di Osimo, con particolare riguardo alle portate minime rilasciate dalla diga di Salcano.

Infatti, il tema dei servizi ecosistemici legati al fiume impone di ampliare la prospettiva di gestione delle acque e di inserirla in una chiave più moderna di Obiettivi di sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals), superando la gestione nata con l'accordo di Osimo basata su finalità esclusivamente irrigue.

2. Le portate del fiume Isonzo per i servizi ecosistemici a valle della diga di salcano

Le acque del fiume Isonzo garantiscono la primaria fonte di ricarica per le falde acquifere sotterranee della pianura Isontina e del Carso, e costituiscono di conseguenza una importantissima risorsa da tutelare anche in termini di servizi ecosistemici di fornitura di risorse primarie (risorsa idropotabile). Questo è indubbiamente il servizio ecosistemico più importante, anche se meno percepito rispetto ad altri servizi dalla popolazione, che il fiume svolge in questo territorio. Le sue acque sono una risorsa fondamentale anche per il sistema irriguo dell'alta pianura isontina (risorsa irrigua) da cui dipende tutto l'agro-cormonese e l'agro-monfalconese. Secondariamente, al sistema derivatorio irriguo è collegato un sistema di produzione idroelettrica (risorsa energetica). Questi aspetti, indicati dalla Direttiva Europea 200/60 CE, devono necessariamente convivere con le esigenze di tutela ecologica e miglioramento dello stato ecologico e chimico del corso d'acqua che è stato stravolto nell'ultimo secolo dalle opere di difesa idraulica, dalla sottrazione di territorio all'alveo, dall'urbanizzazione/impermeabilizzazione e dalle attività agricole e industriali che sottendono al reticolo principale e secondario del fiume Isonzo. Le rinnovate attenzioni per l'importanza della tutela paesaggistica del territorio, nonché la crescente consapevolezza del valore in termini culturali e di svago di questo tipo di contesti territoriali, conferiscono ai corridoi fluviali come questo un ruolo centrale per la progettazione di infrastrutture verdi.

In questo quadro il fattore centrale ed essenziale è costituito dalle portate del fiume, in particolare dalla presenza di portate minime e costanti in alveo, che costituisce presupposto fondamentale per lo sviluppo e mantenimento dei servizi ecosistemici citati.

Il noto fenomeno dell'hydropeaking del fiume Isonzo deriva dai rilasci intermittenti della diga di Salcano (SLO), che tipicamente alterano il regime fluviale dalle 2 alle 4 volte al giorno, con oscillazioni di portata che passano da meno della metà delle portate media, al doppio delle portate medie, ripetutamente e nell'arco della stessa giornata.

Della definizione delle portate del fiume e del loro rapporto con la falda sotterranea si sono occupati i progetti ITA-SLO 2007-2013 CAMIS, ITA-SLO 2007-2013 ASTIS ed il progetto LIFE-TRUST (2011). A Gorizia la portata media del fiume Isonzo è di circa 90-100 mc/s (progetto CAMIS, portata media 2014-2016, dati ARSO serie storica 1980-2013) e le dispersioni nel tratto di alta pianura del fiume verso la falda, che intercorrono soprattutto a valle di Gorizia e fino all'area di confluenza con il T. Torre, hanno ordini di grandezza medi di 0,5-1 mc/s/km (CAMIS, Rapporto tecnico 2015), a fronte di pochi apporti, tra cui si cita il fiume Vipacco.

L'impatto dell'hydropeaking a valle di Gorizia va considerato di conseguenza non solo in termini di frequenza e variazione delle portate, ma anche in termini di valori minimi delle portate: frequentemente infatti si rilasciano dalla diga di Salcano, anche in periodo di portate medie dell'Isonzo nella norma, non più di 20-25 mc/s per più ore. Se tali portate nel tratto Gorizia-Sagrado, in condizioni ordinarie, garantiscono comunque una continuità idraulica, a valle di Sagrado tipicamente si registrano minimi di portata, in presenza dei rilasci citati dalla diga di Salcano, di 12-15 mc/s, di cui una parte viene prelevata dal canale Dottori (8-11 mc/s) e non restituita in alveo a valle (Figura 1). Tale scenario di portate in alveo, non raro, determina un totale impoverimento d'acqua poco a valle di Sagrado e fino al contributo delle risorgive e del bacino del Torre.

La determinazione quindi della portata teorica in alveo a Sagrado necessaria a garantire la continuità fluviale è di fondamentale importanza per la successiva individuazione delle possibili soluzioni di rifasamento dell'hydropeaking a monte di Sagrado.

Si precisa inoltre che nell'ambito del progetto GREVISLIN il Consorzio di bonifica pianura Isontina, partner di progetto, ha provveduto alla realizzazione della scala di risalita per i pesci a Sagrado e alla realizzazione di una stazione fissa per il monitoraggio delle portate del fiume a Sagrado. Si può ritenere di avere ora in possesso gli elementi fondamentali ed un quadro ormai completo per individuare le azioni da mettere in campo per la mitigazione del fenomeno dell'hydropeaking utilizzando soluzioni che permettano il rafforzamento dell'infrastruttura verde e il miglioramento dei servizi ecosistemici.

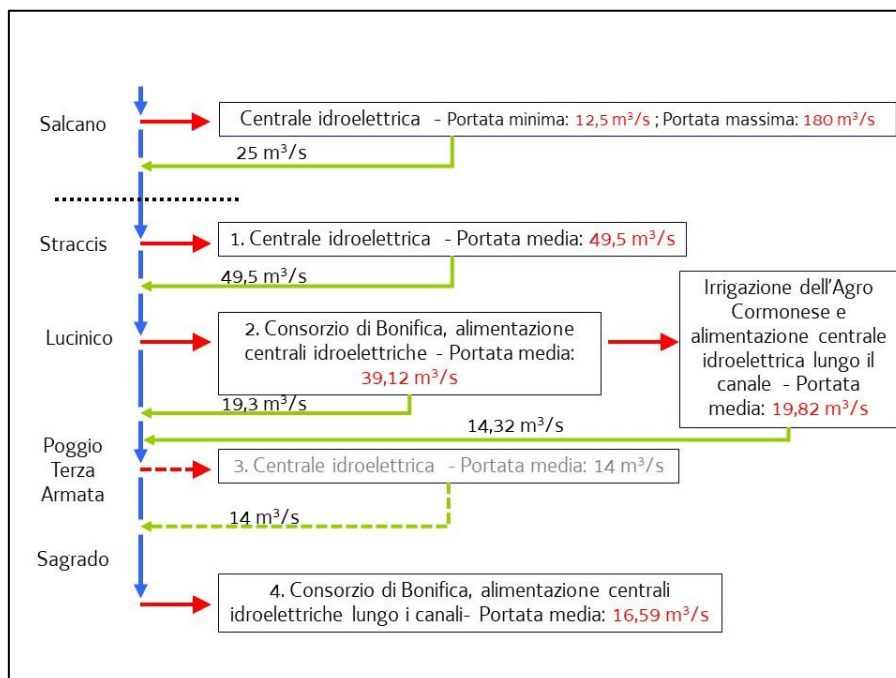
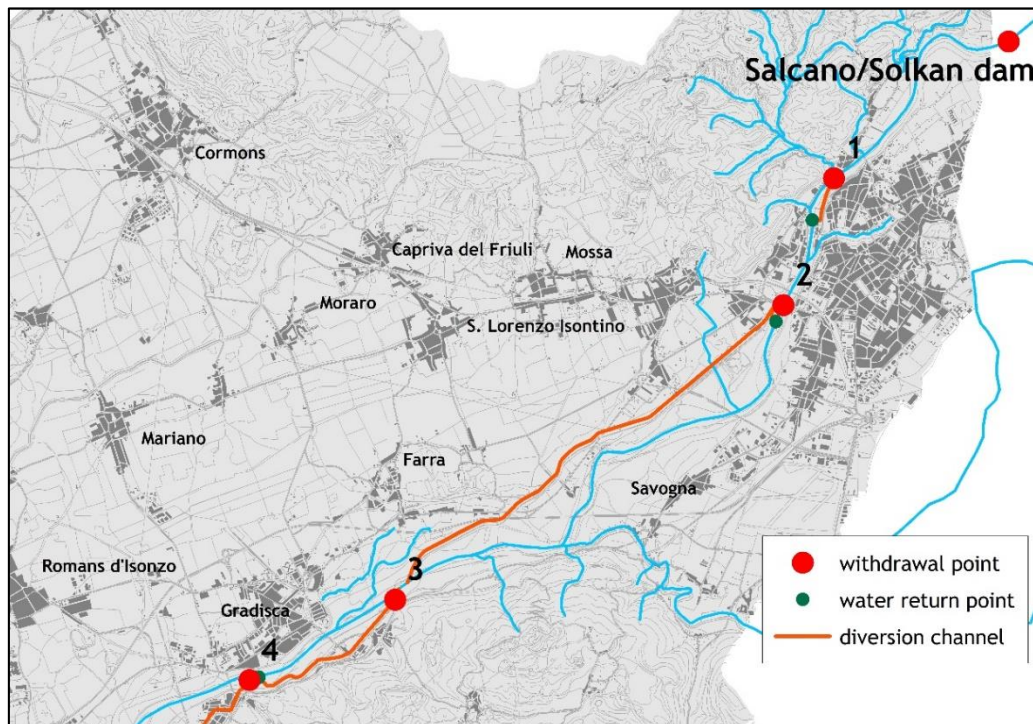


Figura 1. Il sistema di derivazioni in Italia tra Gorizia e Sagrado. 1. Traversa TexGiulia (Ponte Piuma) 2. Derivazione Agro-cormonese 3. Derivazione Poggio Terza Armata 4. Derivazione Canale dottori Sagrado.

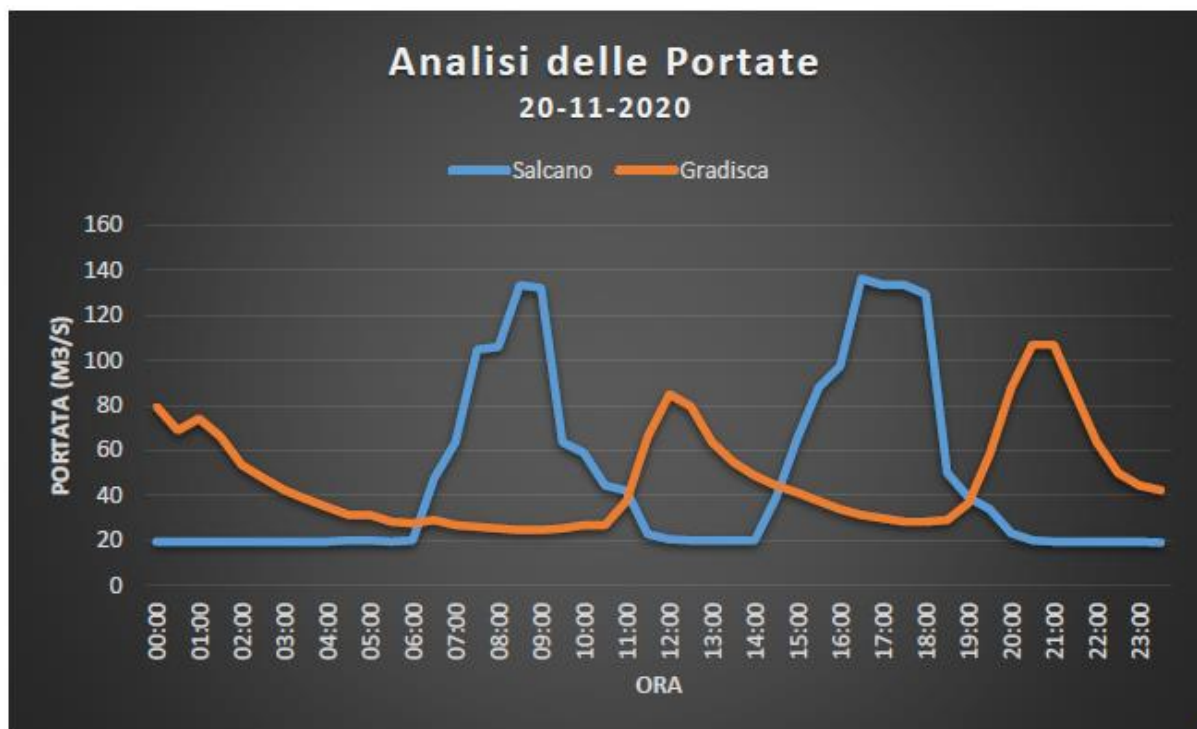


Figura 2. Tipico andamento dell'hydropeaking con evidenziate le portate rilasciate da Salcano e le portate a Gradisca d'Isonzo.

3. Analisi della continuità fluviale per l'individuazione delle portate minime di mantenimento della continuità fluviale tra Sagrado e Pieris

Il tratto fluviale analizzato da Sagrado a Pieris a questo scopo ha una lunghezza di 13,2 km (figura 3).

Lo scopo del lavoro è stato quello di analizzare, mediante dati satellitari e sopralluoghi, la continuità fluviale nell'area di studio, individuando le zone rifugio per l'ittiofauna e la portata minima che garantisce la continuità fluviale all'interno dell'area di studio.

L'analisi sviluppata è stata di tipo multitemporale, perché ha riguardato l'intero anno 2020. Il punto di partenza per l'individuazione dei dati satellitari da processare sono state le misurazioni delle portate fluviali a Gradisca, che hanno reso possibile l'individuazione dei momenti di marcata discontinuità fluviale (portate minime) corrispondenti ad un'acquisizione del Sentinel-2. Sono state quindi acquisite le immagini corrispondenti a crescenti livelli di deflusso a Gradisca, al fine di individuare la portata che garantisce una continuità fluviale in alveo. A seguito dell'acquisizione dei dati Sentinel-2, si è proceduto ad una classificazione delle immagini satellitari al fine di analizzare effettivamente la continuità fluviale nell'area di studio. La classificazione è stata di tipo supervisionato, e ha riguardato diverse classi, ottenute sulla base della metodologia definita dal manuale "Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM)" (ISPRA 2016). L'algoritmo per l'analisi dei dati si è basato su tecniche di Machine Learning, comunemente applicate in problemi di classificazione. Sulla base della classificazione di tutte le immagini Sentinel-2 acquisite sono state individuate le zone rifugio, ovvero le aree caratterizzate dalla permanenza di maggiori quantitativi di acqua, e la portata minima, tra quelle osservate (valori di portata corrispondenti alle acquisizioni Sentinel-2 selezionate), che garantisce la continuità fluviale nell'area di studio.

Per dettagli sulla metodologia, indici e quanto descritto in estrema sintesi di seguito, si rimanda sin d'ora allo specifico report redatto nell'ambito dell'incarico esterno commissionato dalla Regione (TERRA Srl, 2021).

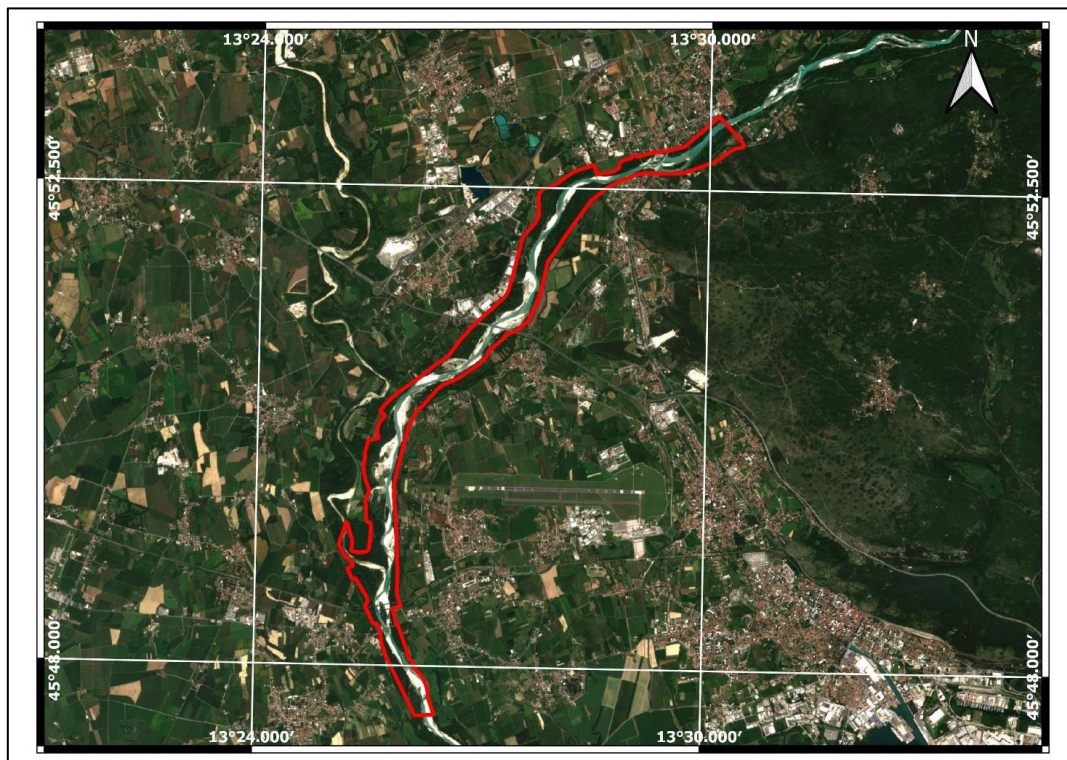


Figura 3. Inquadramento dell'area tra Sagrado e Pieris.

Attraverso l'analisi delle immagini satellitari sono stati perimetrati i diversi tratti fluviali ed aree di alveo classificabili nelle seguenti classi (per la definizione si veda sempre il manuale ISPRA citato):

- Alveo di magra;
- Pools (pozze);
- Barre;
- Barre alte;
- Vegetazione.

Sono stati utilizzati i prodotti Sentinel-2 in quanto confacenti agli obiettivi del lavoro, trattandosi di un prodotto gratuito caratterizzato da adeguata risoluzione spaziale (10 m) e da elevata risoluzione temporale (2-3 giorni).

L'arco temporale di riferimento per l'acquisizione dei dati Sentinel-2 è stato l'intero anno 2020. Al fine di analizzare le condizioni di continuità fluviale, corrispondenti a differenti livelli di portata in alveo sono state analizzate le portate a Gradisca misurate alle ore 10:00, considerando che il Sentinel-2 nell'area di studio acquisisce le immagini poco dopo le 10:00. Si è proceduto ad acquisire ai fini del presente lavoro, dati satellitari corrispondenti a

situazioni di discontinuità e di continuità fluviale, comunque distanti dalle condizioni di piena (portata a Gradisca delle immagini acquisite inferiore a 65 mc/s).

Le immagini selezionate vengono riepilogate nella tabella che segue:

ID	Sentinel-2 ID	Data	Portata a Gradisca (m ³ /s)
1	T33TUL_20200205T100211	05/02/2020	32.2
2	T33TUL_20200316T100021	16/03/2020	48.8
3	T33TUL_20200415T100031	15/04/2020	16.9
4	T33TUL_20200423T100549	23/04/2020	15.3
5	T33TUL_20200503T100549	03/05/2020	44.4
6	T33TUL_20200627T101031	27/06/2020	63.6
7	T33TUL_20200707T101031	07/07/2020	31.4
8	T33TUL_20200714T100031	14/07/2020	44.0
9	T33TUL_20200729T100029	29/07/2020	10.0
10	T33TUL_20200813T100031	13/08/2020	14.8
11	T33TUL_20200905T101031	05/09/2020	43.3
12	T33TUL_20200920T100649	20/09/2020	7.43
13	T33TUL_20201124T101341	24/11/2020	20.9

Mediante opportune operazioni di pre-processing e classificazione di bande opportunamente selezionate si è proceduto al calcolo di differenti indici da utilizzare come variabili predittive per le successive fasi di classificazione degli elementi delle immagini. Gli indici calcolati sono stati:

- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI);
- Normalized Difference Water Index (NDWI);
- Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI);
- Automated Water Extraction Index 1 (AWEI 1);
- Automated Water Extraction Index 2 (AWEI 2);

Una volta estratti gli indici citati per ciascuna delle immagini satellitari acquisite, si è proceduto all'analisi dei dati prima di tutto per individuare le aree interessate dalla presenza delle differenti classi obiettivo (es. presenza di acqua, pools, vegetazione, ecc. e relativi indici connessi a questi ambiti) da usare per le fasi di training e validazione, avendo cura di utilizzare un approccio "supervisionato" alla classificazione (Carrizosa & Romero Morales, 2013). Per l'addestramento del modello di analisi sono stati definiti dei poligoni (cioè delle aree "campione") di riferimento per ognuna delle diverse tipologie delle classi obiettivo, suddivisi poi casualmente in due gruppi, ovvero gruppo di "training" e gruppo di "validation", aventi lo scopo di calibrare il modello di analisi (training) e di stimare l'errore (validation).

Infine per ciascun punto del set di training e validation sono state estratti i valori puntuali di tutte le variabili predittive descritte (NDVI, NDWI, MNDWI, AWEI1 e AWEI2).



Figura 4. Esempio di punti di training del modello di analisi

L'algoritmo per l'assetto computazionale della classificazione è stato sviluppato testando 3 tecniche diverse di machine learning (Random Forest, Support Vector Machines, Feed Forward Neural Network), a garanzia della miglior accuratezza delle classificazioni.

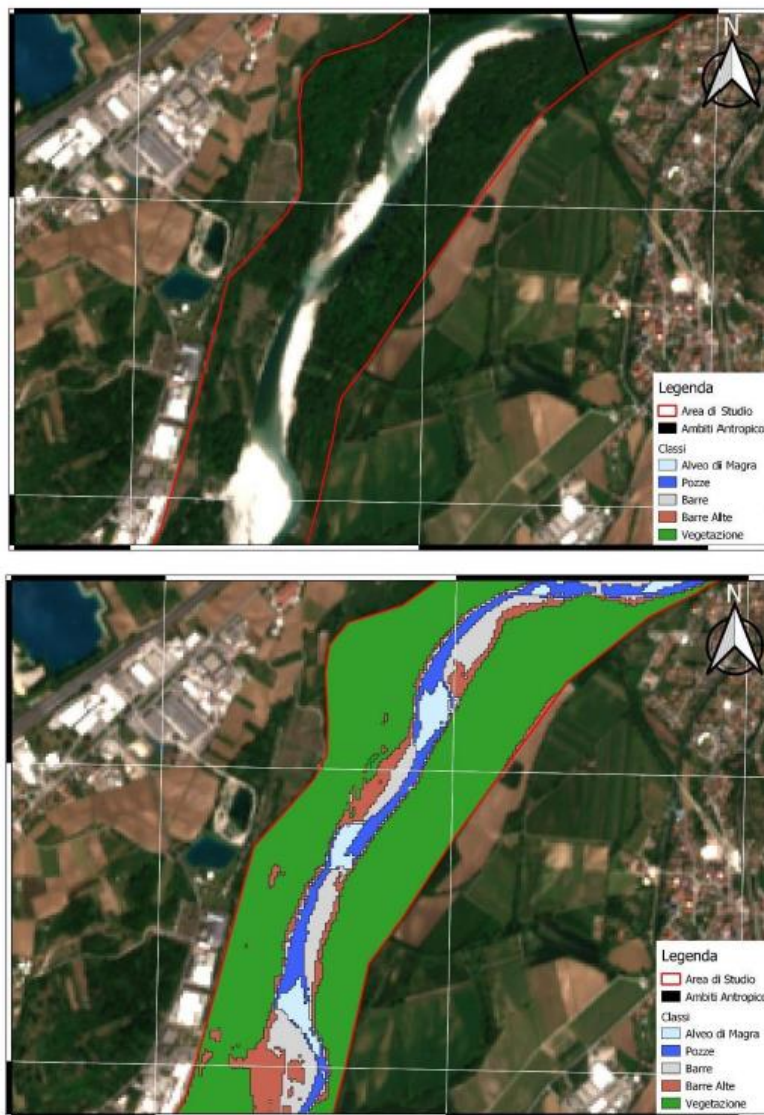


Figura 5. Immagini relative alle predizioni del modello Random Forest confrontate con le immagini satellitari corrispondenti (confronto reale vs predetto).

Dalle diverse classificazioni e cartografie così ottenute per tutte le immagini satellitari, è possibile, ad esempio, riconoscere e mettere ben in evidenza le aree di pozze (“pools”) nelle diverse situazioni temporali (e di portata di riferimento a Gradisca) e la continuità fluviale.

Per quanto riguarda l’analisi della continuità fluviale, e per le corrispondenti portate a Gradisca, viene di seguito riportata una tabella riepilogativa dei risultati dell’analisi.



ID	Sentinel-2 ID	Data	Portata a Gradisca (m ³ /s)	Continuità Fluviale
1	T33TUL_20200920T100649	20/09/2020	7.43	NO
2	T33TUL_20200729T100029	29/07/2020	10	NO
3	T33TUL_20200813T100031	13/08/2020	14.8	NO
4	T33TUL_20200423T100549	23/04/2020	15.3	NO
5	T33TUL_20200415T100031	15/04/2020	16.9	NO
6	T33TUL_20201124T101341	24/11/2020	20.9	NO
7	T33TUL_20200707T101031	07/07/2020	31.4	NO
8	T33TUL_20200205T100211	05/02/2020	32.2	NO
9	T33TUL_20200905T101031	05/09/2020	43.3	SI
10	T33TUL_20200714T100031	14/07/2020	44	NO
11	T33TUL_20200503T100549	03/05/2020	44.4	SI
12	T33TUL_20200316T100021	16/03/2020	48.8	SI
13	T33TUL_20200627T101031	27/06/2020	63.6	SI

Si riscontra che è stata osservata continuità fluviale con portate misurate a Gradisca superiori a 43.3 mc/s. L'immagine acquisita in data 14/07/2020 rappresenta l'unica eccezione a tale riscontro; infatti pur avendo registrato una portata a Gradisca pari a 44 mc/s si attesta una situazione di discontinuità nella parte meridionale dell'area di studio, ma è stato verificato che tale situazione era legata a portate prolungate inferiori a 25 mc/s nelle ore precedenti l'acquisizione dell'immagine del 14/7/2020.

Si può definire quindi in 40-45 mc/s la portata utile a garantire continuità fluviale all'Isonzo a valle di Sagrado, dato che, se rapportato alle portate medie dell'Isonzo in questo tratto, non rappresenta una portata elevata. Inoltre l'analisi multitemporale evidenzia come proprio il fenomeno dell'hydropeaking sia concausa di interruzione della continuità fluviale, come riferito per l'episodio del 14/7/2020, dove, nonostante portate superiori a Gradisca di 40-45 mc/s, le oscillazioni delle ore precedenti non hanno permesso a portate di quest'ordine di ripristinare la continuità fluviale. A riguardo di quest'ultimo aspetto a titolo esemplificativo si presenta la seguente statistica delle portate per l'anno 2020 dell'Isonzo a Gradisca (anno non caratterizzato da siccità prolungate e caratterizzato da piovosità annuale nella media):

Portata media annuale 94 mc/s

Numero di giorni con portate medie giornaliere superiori a 45 mc/s 163 giorni

Tra questi 163 giorni, numero dei giorni con portata istantanea inferiore a 45 mc/s per almeno 4 ore nell'arco della giornata 78 giorni

Da cui, in maniera semplificata, si ricava che la portata media giornaliera naturale dell'Isonzo sarebbe in grado di garantire la continuità fluviale a valle di Sagrado per 5,5 mesi all'anno. Tuttavia, su questi 5,5 mesi, almeno 2,5 mesi sono con tutta probabilità soggetti a fenomeni di interruzione della continuità fluviale a valle di Sagrado esclusivamente a causa delle modalità di gestione dei rilasci della diga di Salcano e delle successive derivazioni, e

non per carenza di portate naturali in alveo, in quanto caratterizzati da presenza di portate medie giornaliere superiori a 45 mc/s.

2020 PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m³/s												
GIORNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	65,0	29,4	671,8	24,8	111,9	35,0	36,9	15,0	128,7	116,3	65,3	28,7
2	60,3	41,6	711,4	28,3	62,2	25,3	44,4	31,8	66,1	178,4	55,6	20,0
3	55,9	48,4	442,3	21,1	68,1	54,5	28,8	114,4	48,3	363,7	65,7	25,0
4	44,5	57,7	300,3	14,0	43,3	806,5	30,7	51,3	44,3	601,8	43,1	93,0
5	49,8	48,4	248,6	20,5	33,0	518,1	37,1	37,8	37,9	422,4	49,8	499,8
6	44,7	39,7	222,3	18,2	36,5	270,1	38,3	39,1	38,8	338,8	34,4	862,7
7	40,6	25,0	162,7	18,8	30,1	291,4	42,8	28,0	32,0	327,7	30,4	454,4
8	37,3	30,1	138,5	27,1	28,2	608,1	27,8	15,9	33,4	231,3	39,3	638,3
9	43,4	37,8	107,1	24,9	31,3	440,1	26,9	20,4	31,0	151,2	45,6	352,2
10	41,2	61,0	81,2	24,6	57,0	285,5	24,7	31,8	30,2	248,1	35,2	245,1
11	23,7	40,0	68,6	22,5	274,8	190,2	45,6	21,7	17,4	556,5	31,9	164,9
12	27,2	36,7	78,2	16,4	312,5	127,0	29,3	23,8	13,1	311,3	25,3	108,0
13	39,7	31,1	70,5	27,3	197,4	110,1	29,3	22,0	20,0	196,3	29,5	105,4
14	37,2	28,1	44,9	21,6	149,5	94,2	26,3	50,6	27,9	182,0	19,6	83,2
15	30,7	22,2	59,8	25,4	234,8	87,0	25,6	31,3	23,9	329,8	47,2	96,7
16	23,1	28,6	39,8	26,5	187,0	65,7	25,4	30,9	14,2	208,7	191,9	74,4
17	26,5	24,3	44,5	24,4	139,7	70,0	19,4	39,7	18,0	127,8	84,3	70,9
18	19,1	25,1	47,8	15,5	105,7	80,8	17,5	31,1	8,0	119,1	58,4	69,6
19	21,8	25,9	40,1	24,1	107,6	83,6	13,8	24,2	7,1	92,9	50,3	69,1
20	29,2	26,2	41,3	25,7	71,0	67,7	19,0	24,1	10,5	89,4	32,0	65,0
21	25,3	21,9	36,1	28,1	64,6	61,6	30,6	28,4	29,7	76,9	34,9	65,4
22	26,9	20,8	34,8	25,7	49,9	52,3	27,5	16,6	23,1	74,5	38,5	91,6
23	21,8	19,1	41,0	21,5	69,5	46,7	32,9	14,5	27,1	98,5	30,6	96,0
24	16,8	26,2	34,3	20,1	85,2	48,7	23,9	24,6	444,6	100,3	20,3	107,3
25	14,6	58,0	35,3	16,8	51,7	70,2	22,5	17,0	611,0	108,3	33,1	404,0
26	27,7	77,5	28,1	25,7	56,0	51,4	18,5	12,6	286,4	196,6	30,3	287,6
27	42,2	49,4	24,4	31,2	42,4	33,4	28,5	11,4	255,0	244,0	25,1	159,6
28	200,9	43,3	25,4	43,7	36,7	43,5	17,5	27,4	331,6	155,2	16,1	140,2
29	77,8	127,0	21,9	56,4	32,9	48,1	19,1	176,3	198,2	100,2	23,9	325,9
30	53,0		26,6	72,0	23,1	36,3	17,7	266,4	118,2	84,1	20,3	416,3
31	33,1		21,7		30,8		16,0	201,9		51,8		268,9

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2020													
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Q (media giorno) max	862,7	200,9	127,0	711,4	72,0	312,5	806,5	45,6	266,4	611,0	601,8	191,9	862,7
Q (media giorno) min	7,1	14,6	19,1	21,7	14,0	23,1	25,3	13,8	11,4	7,1	51,8	16,1	20,0
Q media	94,0	42,0	39,7	127,5	26,4	91,1	160,1	27,2	47,8	99,2	209,2	43,6	209,3

Figura 6. Statistiche sulle portate medie giornaliere dell'Isonzo a Gradisca per l'anno 2020. In rosso le giornate in cui, pur in presenza di portate medie giornaliere superiori a 45 mc/s, è molto probabile che si siano verificate interruzioni della continuità fluviale a valle di Sagrado a causa della gestione dei rilasci di Salcano.

4. Analisi di possibili interventi strutturali per il rifasamento delle portate del fiume Isonzo

Lo studio ha riguardato l'individuazione e la valutazione di possibili interventi per immagazzinare volumi d'acqua nel tratto fluviale Gorizia-Sagrado durante i periodi di maggior rilascio artificiale dalla diga di Salcano, considerando sia soluzioni in alveo che extra alveo. Da quanto descritto precedentemente, per volumi in eccesso si intendono le portate che nelle fasi di hydropeaking o di piena/morbida superano i 45 mc/s.

Già nel 2013 un approfondito studio per la definizione di un piano di manutenzione del fiume Isonzo commissionato dall'allora Autorità d'ambito (ATO) della provincia di Gorizia (Beta Studio srl, 2013) aveva accennato a soluzioni extra alveo, individuando nell'area in destra idrografica a sud di Gorizia (a valle della traversa di ponte IX agosto) delle aree "idraulicamente" compatibili con eventuali allagamenti artificiali, tuttavia senza definirne dettagli ma solo accennando alla possibilità di valutare in futuro soluzioni di questo tipo. Il progetto CAMIS ha avuto il pregio di ridefinire nel dettaglio la situazione topografica dell'alveo (sezioni topografiche fluviali Barigazzi ribattute) e gli aspetti di trasporto solido del fiume, concludendo per un sostanziale equilibrio fluviale, e definendo le zone di erosione spondale e di accumulo di ghiaia in alveo.

L'analisi effettuata nell'ambito del progetto Grevislin ha carattere di studio di pre-fattibilità, ossia le possibili soluzioni non sono state analizzate solo da un punto di vista qualitativo, ma sono state valutate anche per la loro fattibilità tecnica ed amministrativa.

Proprio nell'idea di analizzare la pre-fattibilità delle soluzioni tecniche possibili, l'ipotesi extra alveo in destra idrografica a sud di Gorizia citata non è stata a priori sviluppata per le seguenti motivazioni:

- l'area non risulta allagabile senza la realizzazione di importanti opere di presa, regolazione e gestione;
- la realizzazione di questo invaso di laminazione extra alveo comporterebbe un discreto impatto ambientale, in quanto andrebbe a interessare l'area boschiva presente in destra idraulica compresa tra la traversa del ponte IX agosto e la S.R. 117;
- l'intervento in oggetto comporterebbe la realizzazione di due nuove strutture, ossia una nuova traversa per la deviazione del flusso ed uno sbarramento longitudinale per consentire l'immagazzinamento di ulteriore volume utile, con la conseguente formazione dell'invaso di laminazione, senza contare gli ingenti costi per l'impermeabilizzazione di un'area caratterizzata da elevata permeabilità dei suoli;
- in alternativa si potrebbe provvedere alla realizzazione di un canale adduttore che parta direttamente dalla traversa di ponte IX agosto. Questa configurazione sarebbe realizzabile solo in sinistra idrografica e determinerebbe lo stravolgimento totale dell'opera di regolazione del Consorzio di bonifica. Inoltre dovrebbe comunque far confluire portate notevoli (ordine dei 50 mc/s) fino all'area extra alveo, e quindi avere dimensioni importanti;
- essendo il nuovo invaso ubicato a valle della traversa di ponte IX agosto, si troverebbe a valle dell'opera di presa del Canale Adduttore Principale che serve l'Agro-Cormonese. Pertanto non potrebbe essere utilizzato per compensare eventuali

carenze a scopi irrigui, a meno di sistemi di pompaggio che comportano ulteriori oneri, sia dal punto di vista strettamente economico che energetico.

Le valutazioni effettuate sullo stato di fatto hanno portato alla considerazione di 3 interventi possibili, funzionali allo stoccaggio della risorsa idrica lungo l'asta del fiume, ossia:

- 1) Adeguamento strutturale della traversa di Piuma, con un rialzo della quota di sommità per l'aumento dell'invaso a monte (soluzione in alveo);
- 2) Adeguamento della soglia esistente di Straccis per la realizzazione di una nuova traversa (soluzione in alveo);
- 3) Riqualificazione di Cava Postir a Sagrado e riconversione a serbatoio di stoccaggio (soluzione extra alveo).

Per i dettagli tecnici si rimanda all'apposita relazione (Studio SIN.TE.SI., 2021). Di seguito si propone una disamina sintetica dei risultati e conclusioni.

1. Per l'adeguamento della traversa esistente di Ponte Piuma (TexGiulia) è stato ipotizzato un innalzamento della soglia di sfioro di 1 metro. Tale innalzamento è stato individuato sulla base di valutazioni tecniche e strutturali di fattibilità dell'opera, tolleranza ambientale e paesaggistica degli innalzamenti del tirante e dei rigurgiti e compatibilità con l'opera di presa già esistente. Il volume ottenuto invasabile risulta pari a 80.000 mc.
2. Per la realizzazione della nuova traversa di Straccis va prevista la demolizione della soglia esistente, a valle del ponte ciclopedonale di Via Brigata Cuneo, ed è stata ipotizzata la realizzazione di una traversa dall'altezza di 2 metri dotata di paratoie regolabili a settore (ed ovviamente passaggio per pesci). Per la determinazione della soglia di innalzamento sono stati considerati i diversi aspetti tecnici e paesaggistico-ambientali come al punto precedente. Il volume ottenuto invasabile risulta pari a 105.000 mc. Andrà prevista una strategia di invaso in sequenza o "a cascata" dei due bacini ed una piena interoperabilità tra i due.



Figura 7. A sinistra la vista della traversa parco Piuma in sinistra idrografica. A destra la vista della soglia di Straccis verso valle.



Figura 8. A sinistra lo scenario che si verrebbe a creare con l'innalzamento della traversa parco Piuma. A destra la planimetria della ipotizzata traversa di Straccis.



3. Per lo sfruttamento come invaso della ex Cava Postir, nel territorio comunale di Sagrado (GO), l'unica soluzione tecnica possibile è attraverso un collegamento a pelo libero tra il canale "Sdraussina" e la cava. L'opera necessariamente si dovrà comporre di una presa regolata da paratoia, posizionabile in prossimità di Via 2 Giugno, frazione Poggio Terza Armata, e di un canale a pelo libero circolare, lungo 2.5 km, di diametro 1800 mm, realizzato in calcestruzzo che collega la presa alla cava seguendo il canale "Sdraussina" fino alla confluenza nell'Isonzo. Tale canale attraverserebbe tramite sifone il canale, e giungerebbe alla cava con quota di fondo pari a 25.20 m slm. Per maggiori dettagli sul tracciato altimetrico e planimetrico si vedano gli elaborati grafici specifici della relazione già citata. Per la restituzione in alveo delle acque immagazzinate nel bacino di cava si renderebbe necessario apposita condotta e sistema di pompaggio. Il volume massimo invasabile in questo ambito risulterebbe di 52.000 mc.



Figura 9. Ipotesi planimetria intervento Ex Cava Postir.

Tra i 3 interventi ipotizzati quest'ultimo è l'unico che, opportunamente progettato assieme a opere di mitigazione e interventi di infrastrutture verdi al contorno, potrebbe avere valenza in termini di recupero e riconversione di aree, aumentando la valenza in termini di servizi ecosistemici di quest'area.

Per l'analisi idraulica dei possibili effetti di mitigazione dell'utilizzo congiunto (e quindi al massimo delle possibilità) dei 3 bacini è stato sviluppato un modello idraulico di scenario di magra estrema (scenario di riferimento, anche se le possibilità di utilizzo degli invasi nei confronti della modulazione sono ovviamente molteplici a seconda del regime delle portate presenti in alveo) che mette in luce come da questi volumi totali (80.000 mc+105.000 mc+52.000mc) si potrebbero ottenere buoni risultati per il contenimento delle emergenze legate a disponibilità d'acqua ad uso irriguo, ma gli effetti ai fini della continuità idraulica in alveo, con questi volumi in gioco, sarebbero molto modesti.

Di seguito un riepilogo dei costi di massima preventivabili, cui andrebbero aggiunti i costi delle misure di mitigazione e, per la cava Postir, di creazione di infrastrutture verdi a corredo degli interventi.

QUADRO ECONOMICO	
Progetto Grevislin INTERREG V-A ITALIA-SLOVENIA 2014-2020	



		Euro					
	Lavori in appalto	TOTALE	Traversa Piuma	Traversa Straccis	Derivazione Cava Postir	Canale adduttore	Cava Postir
A1	Lavori in appalto	€ 4.663.541,34	€ 203.698,95	€ 2.774.475,98	€ 72.278,26	€ 1.460.867,05	€ 152.221,10
A2	Costi della sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 139.906,24	€ 6.110,97	€ 83.234,28	€ 2.168,35	€ 43.826,01	€ 4.566,63
A	TOTALE LAVORI (A1+A2)	€ 4.803.447,58	€ 209.809,92	€ 2.857.710,26	€ 74.446,61	€ 1.504.693,06	€ 156.787,73

Somme a disposizione							
B1	I.V.A. 22% su Totale Lavori (A)	€ 1.056.758,47	€ 46.158,18	€ 628.696,26	€ 16.378,25	€ 331.032,47	€ 34.493,30
B2	Art.113 D.Lgs.50/2016 (2% di A)	€ 96.068,95	€ 4.196,20	€ 57.154,21	€ 1.488,93	€ 30.093,86	€ 3.135,75
B3	SPESE TECNICHE (10% di A, IVA e CP incluse)	€ 806.461,43	€ 26.820,88	€ 382.588,28	€ 9.445,79	€ 190.915,46	€ 19.893,23
B4	espropri occupazioni indennizzi	€ 720.517,14	€ 31.471,49	€ 428.656,54	€ 11.106,99	€ 225.703,96	€ 23.518,16
B5	Imprevisti ed arrotondamenti	€ 123.746,44	€ 11.743,53	€ 65.196,47	€ 17.073,43	€ 17.561,19	€ 12.171,82
B	Totale Somme a disposizione	€ 2.606.552,42	€ 120.190,08	€ 1.542.289,74	€ 55.553,39	€ 795.306,94	€ 93.212,27

TOTALE SINGOLO INTERVENTO	€ 330.000,00	€ 4.400.000,00	€ 130.000,00	€ 2.300.000,00	€ 250.000,00
---------------------------	--------------	----------------	--------------	----------------	--------------

TOTALE COMPLESSIVO	€ 7.410.000,00
--------------------	----------------



5. Gli interventi non strutturali

Le soluzioni analizzate ed i volumi ricavati dall'analisi dei possibili interventi strutturali, indicano un rapporto costi/benefici elevato per ottenere soluzioni di efficacia limitata. L'unico intervento non strutturale possibile rimane quello di agire sulla principale opera di regolazione, ossia la diga di Salcano, attraverso una rinegoziazione degli accordi di Osimo e delle portate minime rilasciate, tenendo presente i risultati di questo studio sulle portate necessarie alla continuità fluviale.

Un approccio utile da richiamare riguarda l'analisi dei costi compensatori che comporterebbe far rilasciare maggior portata minima alla diga di Salcano, ed è stato già affrontato in una tesi di dottorato (Chiara Mei, Politecnico di Torino and KTH Royal Institute of Technology. The Water, Energy and Land linkages on the Isonzo-Soča river basin, 2015). In estrema sintesi lo studio, a cui si rimanda, quantifica per portate minime rilasciate da Salcano mai inferiori a 25 mc/s un costo di compensazione medio (anno idrologico medio) pari a € 158.000 anno, che potrebbe variare da € 533.000 in anni siccitosi a € 10.900 in anni piovosi. Tale approccio andrebbe approfondito con analisi di dati più ampia e di maggior dettaglio (ad. es. il "sistema" Salcano non è indipendente ma collegato ad una vasta rete di produzione) e con ipotesi di portate di rilascio diverse. Rimane il fatto che i costi compensatori ipotizzati, seppur indicativi, rapportati ai costi degli interventi strutturali descritti precedentemente, peraltro non risolutori, confermano la convenienza di questo intervento non strutturale.

Una opportunità di visione più ampia su questo tipo di approccio è stata data dal progetto Nexus (Assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus in the Isonzo/Soča River Basin, KTH Royal Institute of Technology, 2015), che ha introdotto l'approccio mediante servizi ecosistemici, in particolare analizzando la matrice acqua-energia-ecosistema fluviale. Da qui è evidente la strada di poter e dover affrontare il problema della continuità idraulica dell'Isonzo uscendo dall'ambito prettamente fluviale (e agrario) ma considerandolo e quantificandolo nell'ambito dei servizi ecosistemici legati/forniti dal fiume.

6. Conclusioni

Per quanto riguarda la tematica della continuità fluviale, lo studio effettuato ha determinato in 45 mc/s la portata necessaria a Sagrado per garantire la continuità fluviale del fiume Isonzo fino alla zona delle risorgive nell'area di confluenza con il t. Torre.

Sono state analizzate tre tipologie di interventi per il rifasamento delle portate dell'hydropacking: due mediante costruzione e ampliamento di bacini in alveo a Gorizia e una soluzione extra alveo con riconversione a bacino di stoccaggio della cava Postir a Sagrado. Il volume complessivo immagazzinabile tramite questi tre bacini risulterebbe di 237.000 mc, e permetterebbe di ottenere buoni risultati per il contenimento delle emergenze legate a disponibilità d'acqua ad uso irriguo, gli effetti ai fini della continuità idraulica in alveo, con questi volumi in gioco, invece sarebbero piuttosto modesti. Tra i 3 interventi valutati, il ripristino della cava Postir è l'unico che potrebbe avere valenza di infrastruttura verde se corredato da opportune opere al contorno.

Tra gli interventi non strutturali si richiamano gli studi che hanno affrontato la tematica della rimodulazione delle portate rilasciate dalla diga di Salcano quantificandone i costi di compensazione in conseguenza alla minor produzione associata. Tali costi, seppur indicativi, rapportati ai costi degli interventi strutturali descritti, peraltro non risolutori, confermano la convenienza di questo intervento non strutturale.

Le tematiche sviluppate, unite alle risultanze del piano infrastrutture verdi, suggeriscono di inserire il problema delle portate minime del fiume Isonzo a valle della diga di Salcano in una prospettiva più ampia e moderna di Obiettivi di sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goals) e di servizi ecosistemici collegati al fiume, superando la visione meramente collegata allo sfruttamento delle acque ad uso irriguo cui ancora si è legati dall'accordo di Osimo.

7. Pretekla zgodovina

Problem čezmejnega upravljanja voda reke Soče je nastal leta 1947, podrobneje v devetem aneksu k mirovni pogodbi med Italijo in takratno Jugoslavijo, ki vsebuje sporazume o uporabi in urejanju soških voda.

Reka Soča je pod slovenskim jezom v Solkanu podvržena intenzivnemu pojavu hidropikinga, ki je posledica omejenih izpustov iz jezusa v urah nižjega donosa cene električne energije in to povzroča spremembe dnevnih pretokov običajno z 2-4 vrhunci dnevno; ti vrhunci pretoka znašajo od 50 m³/s do 140 m³/s, odvisno od razpoložljivosti vode v reki nad jezom v Solkanu, ki ima nominalno kapaciteto 1.500.000 m³ in uporabno kapaciteto rezervoarja 1.000.000 m³ (www.seng.si). Ekstremni vrhovi umetnega izpuščanja lahko dosežajo 180 m³/s (največja možna proizvodna sposobnost), medtem ko so med nizkim vodostajem reke včasih lahko izpusti tudi po več ur pod 20 m³/s (absolutni minimumi približno 12-13 m³/s).

Deveti aneks k mirovni pogodbi med Italijo in Jugoslavijo iz leta 1947 določa v črki b), 5. točke sledeče:

“Jugoslavija bo poskrbela, da bodo obstoječi obrati ali tisti, ki bi lahko bili v prihodnje zgrajeni na soškem področju za proizvodnjo električne energije, uporabljeni tako, da bodo količine vode, ki jih periodično potrebuje Italija za namakanje področja med Gorico in jadransko obalo jugovzhodno od tega mesta, lahko črpane iz Soče.”

Vendar pa je za zaščito Jugoslovanskih interesov v mirovno pogodbo vključena omejevalna določba, zaradi katere *“Italija ne bo mogla uveljavljati pravice do uporabe soške vode v večjih količinah ali pod ugodnejšimi pogoji od tistih, ki so bili v navadi v preteklosti.”*

Interpretacija besed v mirovni pogodbi *“količine vode, ki jih periodično potrebuje Italija”*, je bila vzrok za niz razprav med Italijo in Republiko Jugoslavijo, ki so se poleg kot rezultat dela Stalne skupne komisije za vodno gospodarstvo, ki so jo medtem ustanovili na osnovi pogodbe in Osimskih sporazumov, (ki jih je sprejel zakon št. 73, z dne 14. marca 1977). Komisija je s svojim delom nedvoumno določila povprečni dnevni pretok na 25 m³/s, kar je običajno potrebno Gorici v namakalnem obdobju; to zahtevo pa so upoštevali v okviru “globalnega sistema” za proizvodnjo hidroelektrične energije in regulacije soških tokov.

Ta globalni sistem je predvideval, da bodo zagotavljali pretok 25 m³/s z izgradnjo jeza za hidroelektrarno na jugoslovanski meji v Solkanu in realizacijo rezervoarja za polnjenje na italijanskem ozemlju, to se pravi bazena, ki bi imel nalogo zbirati izpuste vode iz jugoslovanske hidroelektrarne in jih potem odvajati neprekinjeno (25 m³/s) v Italijo, tudi ko bi (jugoslovanska) elektrarna ne delovala.

Poudariti moramo, da je Mešana komisija, ko je odobrila tak “globalni sistem” določila tudi največji in najmanjši obratovalni pretok in sicer 120 m³/s in 12,5 m³/s.

Naj poudarimo, da je ta pogodba zahtevala, naj bi pretoki, ne glede na način, kako so jih v celem dnevu odvajali s hriba, bili laminirani, hitrost vode prilagojena in vsekakor dnevno uravnavana v dolini v regulacijskem bazenu. Kompromis, ki so ga dosegli, je bila prav dnevna uravnava voda, ker bi drugačna regulacija (npr. tedenska ali, zaradi ločitve obeh podbazenov

še bolj učinkovita letna regulacija) zahtevala prostornine, ki bi jih težko zagotovili v dolini, razen če bi se lotili del, ki bi zelo vplivala na okolje.

Z O.P.R. št. 650 z dne 19. septembra 1978 je takratno Ministrstvo za javna dela odobrilo gradnjo zapornice za regulacijo hitrosti vode pod Solkanom, za katero je bilo določeno, da mora na italijanskem ozemlju zagotavljati razpoložljivost 23 m³/s vode za namakanje. Zaradi vrste peripetij, ki so se v bistvu dotikale nestrinjanja krajevne skupnosti in proceduralnih problemov, vezanih na pogodbo za gradnjo dela, te zapornice niso nikoli zgradili.

Izkušnje preteklih let potrjujejo, da je tudi v obdobjih nizkega vodostaja reke Soče, se pravi v poletnem času, italijanski del struge podvržen občutnim spremembam dnevnega pretoka, kljub temu, da nizki vodostaj prizadeva celoten bazen, kar je treba pripisati posebni uporabi rezevoarja za hidroelektrarno v Solkanu, ki je postavljen takoj za mejo na slovenskem ozemlju.

To povzroča tak poskok v pretoku in nivoju reke Soče (italijansko ozemlje), da postane dejavnost namakanja v severnem delu okrožja težavna (Krminsko polje) v južnem delu pa kritična (Tržiško polje).

Poleg tega pa neenakomernost pretoka povzroča velike težave tudi pri zagotavljanju minimalnega vitalnega pretoka v višini izpustov. To delovanje ima negativne posledice zlasti za stanje ribjih združb, kakor je to opisano v zbirnem poročilu dejavnosti 7 WP 3.2, in ogroža uspešnost reprodukcije soške postrvi (raziskavo je izvedel septembra 2005 Oddelek za biologijo Univerze v Trstu po naročilu Agencije za varstvo ribištva Furlanije-Juljske krajine).

Za namene tega povzetka poudarjamo, da prinaša situacija, ki se je z leti delovanja (od polovice osemdesetih let do danes) ustalila po Osimskem sporazumu, pri rednem obratovanju jeza v Solkanu pretok 20 m³/s, ki lahko traja več ur. V obdobjih večje suše se lahko izpustni pretok zniža celo pod 20 m³/s. Dejansko so na italijanskem ozemlju razne odvode in odvzeme ter načine uporabe vode v letih strukturirali in jih opremili z postopki in sistemi prilagajanja, da ne bi zašli v krizo pri pretoku izpustov v Solkanu pod 20-25 m³/s, seveda pod pogojem, da minimalni pretoki izpustov ne trajajo po ves dan ali celo po več dni.

Očitno, kakor to potrjuje več virov in ugotovitev, je največji problem v zvezi s strukturo italijanskega derivacijskega sistema ta, da so neprenehne minimalne količine vode nujne za jamstvo in predhodno obveščanje o načrtovanju in trajanju minimalnih solkanskih izpustov. Kajti oskrbovanje z vodo za namakanje za namakalna področja Krminsko-gradiščanskega polja in Tržiškega polja na poljedeljski površini, ki znaša 10.000 hektarjev, je tesno povezana z enim samim in edinim virom, reko Sočo. Namakalna okrožja oskrbujejo namakalni sistemi s škropilniki, vloga poljedelstva v soškem gospodarstvu pa je temeljnega pomena, zaradi prisotnosti številnih kmetijskih gospodarstev, ki imajo visoko število zaposlenih.

Kar se tiče hidromorfoloških in ekoloških vidikov reke, se je v sodobni literaturi utrdilo mnenje, da pomeni pojav hidropikinga vpliv s hudimi posledicami na hidromorfološko in biološko stanje reke ter na celoten ekosistem, ki je od reke odvisen; od tod izhaja nujna potreba po opredelitvi prednostnih ukrepov in projektnih idej za izboljšanje rečnega

habitata, ublažitev izumetničenja rečnega režima in izboljšanje ekološke in hidromorfološke kakovosti reke Soče, ob stalnem upoštevanju, da so minimalne količine pretoka tiste, ki smo jih navedli (25 m³/s - zapisnik druge seje stalne italijansko-jugoslovanske komisije za vodno gospodarstvo).

Ob koncu leta 2011 je Okrožna oblast vzhodnih Alp ob financiranju Dežele Furlanija-Juljska krajina poskrbela za ureditev skupne poti z imenom "Laboratorij Soča" za izmenjavo informacij med deležniki, da bi povečali zavest o problemih čezmejnega upravljanja pretoka reke Soče, primerjali stališča glede izvedljivosti, učinkovitosti in trajnosti (družbene, okoljske in gospodarske) morebitnih rešitev in obelodanili skupne rešitve. V svojih zaključkih je Laboratorij Soča poskrbel za razčlenjeno paleto rešitev, ki so tako razvrščene:

- kratkoročne rešitve in optimizacija uporab, ki predvideva izboljšanje nadzorovanja pretokov in spodbujanje dejavnosti vodnega prihranka.
- srednjeročne rešitve in strukturni posegi, ki predvidevajo odkrivanje mest izven struge za skladiščenje količin vode za namakanje in ponovna uporabo obstoječih prečnih odtokov za izboljšanje trenutne hidromorfološke strukture.
- dolgoročne rešitve, ki predvidevajo revizijo Osimskega sporazuma.

Namen pričujoče dejavnosti je bil ocena dejanske tehnične izvedljivosti tistega, kar so ugotovili v Laboratoriju Soča za srednjeročne rešitve in opredelitev še druge možnosti za uravnavanje in izboljšanje rečnega habitata, sočasno z rešitvami v okviru načrtovanja zelenih infrastruktur. Na tak način nameravamo posredovati tehnično osnovo v podporo rešitev in delovanja, ki jih je treba predložiti bilateralnemu odboru za vodno gospodarstvo ali, ki bi lahko vsebovali ponovno pogajanje za tisto, kar predvideva Osimski sporazum, še zlasti v zvezi z minimalnimi pretoki izpustov iz Solkanskega jeza.

Tematika ekosistemskih storitev, ki so vezane na reko, namreč nalaga razširitev perspektive upravljanja voda in njeno vključitev v sodobnejši ključ Ciljev Trajnostnega Razvoja (Sustainable Development Goals), s preseganjem upravljanja, ki je nastalo z Osimskim sporazumom in temelji izrecno na namakanju.

8. Pretoki reke soče za ekosistemske storitve pod solkanskim jezom

Vodovje reke Soče zagotavlja primarni vir oskrbe podzemnih vodonosnikov soške ravnice in Krasa in posledično predstavlja zelo pomemben vir, ki ga je treba zaščititi tudi kot ekosistemsko storitev za oskrbovanje s primarnimi viri (vir pitne vode). To je nedvomno najbolj pomembna ekosistemska storitev, čeprav jo prebivalstvo v primerjavi z drugimi storitvami, ki jih reka omogoča na tem ozemlju, manj zaznava. Vodovje Soče je tudi temeljni vir za namakalni sistem soške visoke planote (namakalni vir), od česar sta odvisna celotno krminsko in tržiško polje. Poleg tega je z namakalnim sistemom povezan hidroelektrični proizvodni sistem (energetski vir). Vsi ti vidiki, ki jih navaja evropska direktiva 200/60 EK, morajo nujno sobivati z zahtevami ekološke zaščite in izboljšanjem ekološkega in kemičnega stanja vodotoka, ki sta bila v prejšnjem stoletju izkrivljena s hidravličnimi obrambnimi deli, z odvzemom ozemlja strugi, z urbanizacijo/hidroizolacijo ter s kmetijskimi in industrijskimi dejavnostmi, ki segajo na glavno in sekundarno omrežje reke Soče. Obnovljena pozornost do pomembnosti krajinske zaščite ozemlja, kakor tudi naraščajoča zavest kulturne in sprostitevne vrednosti te vrste ozemeljskega okolja, dajejo rečnim koridorjem, kot je ta, osrednjo vlogo pri oblikovanju zelene infrastrukture.

V tem okviru je središčni in bistveni dejavnik količina pretoka reke in še zlasti prisotnost minimalnih in nenehnih pretokov v strugi, ki so temeljna predpostavka za razvoj in ohranjanje omenjenih ekosistemskih storitev.

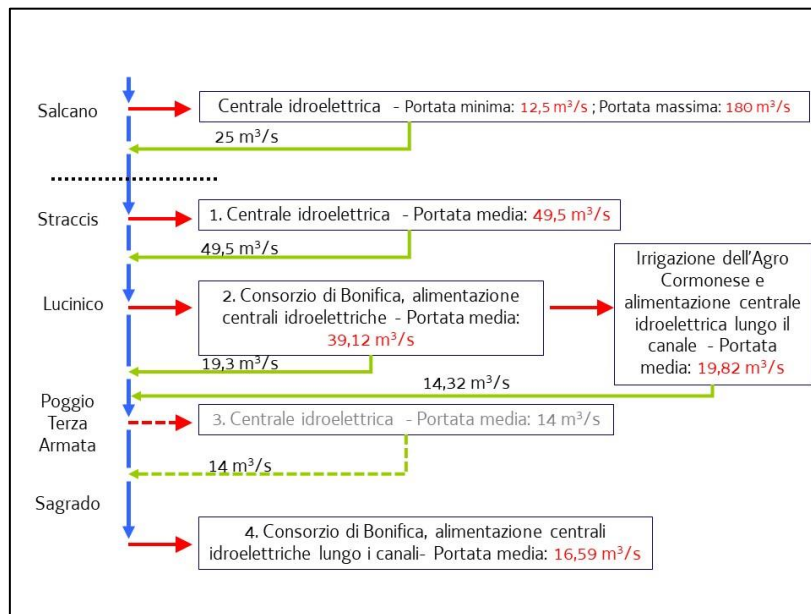
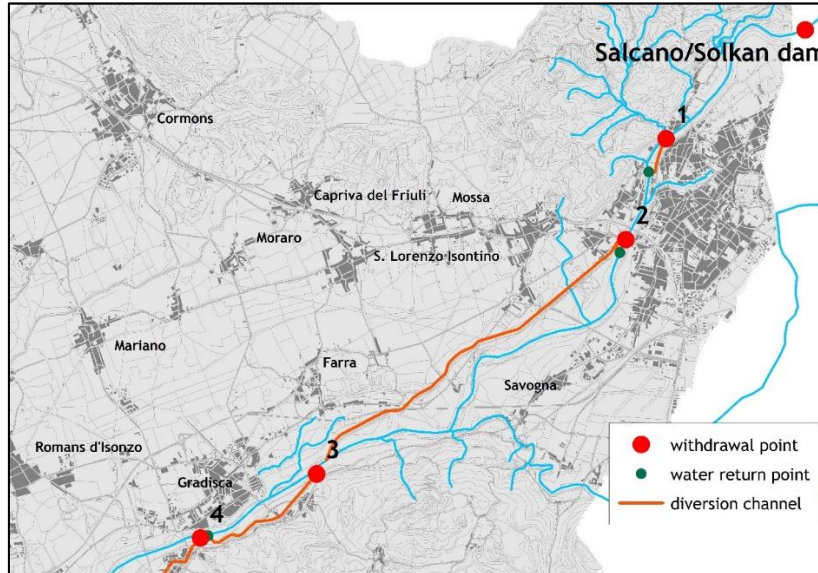
Znani pojav hidropikinga reke Soče nastaja zaradi občasnih izpustov solkanskega jeza (SLO) 2 do 4 krat na dan, ki značilno spreminjajo rečni režim, z nihanjem količine preroka, ki gre večkrat in v istem dnevu od manj kot polovice povprečnega pretoka do podvojenega povprečnega pretoka.

Z opredelitvijo rečnih pretokov in njihovega odnosa s podzemnim vodonosnikom so se ukvarjali projekti ITA-SLO 2007-2013 CAMIS, ITA-SLO 2007-2013 ASTIS in projekt LIFE-TRUST (2011). V Gorici znaša povprečni pretok reke Soče približno 90-100 m³/s (projekt CAMIS, povprečni pretok 2014-2016, podatki ARSO zgodovinski niz 1980-2013); razpršitve pa v visokem ravninskem delu reke proti vodonosniku, ki se pojavljajo predvsem dolvodno od Gorice in vse do sotočja s Terom, so povprečne velikosti 0,5-1 m³/s/km (CAMIS, Tehnično poročilo 2015), ob redkih prilivih, od katerih omenjamo reko Vipavo.

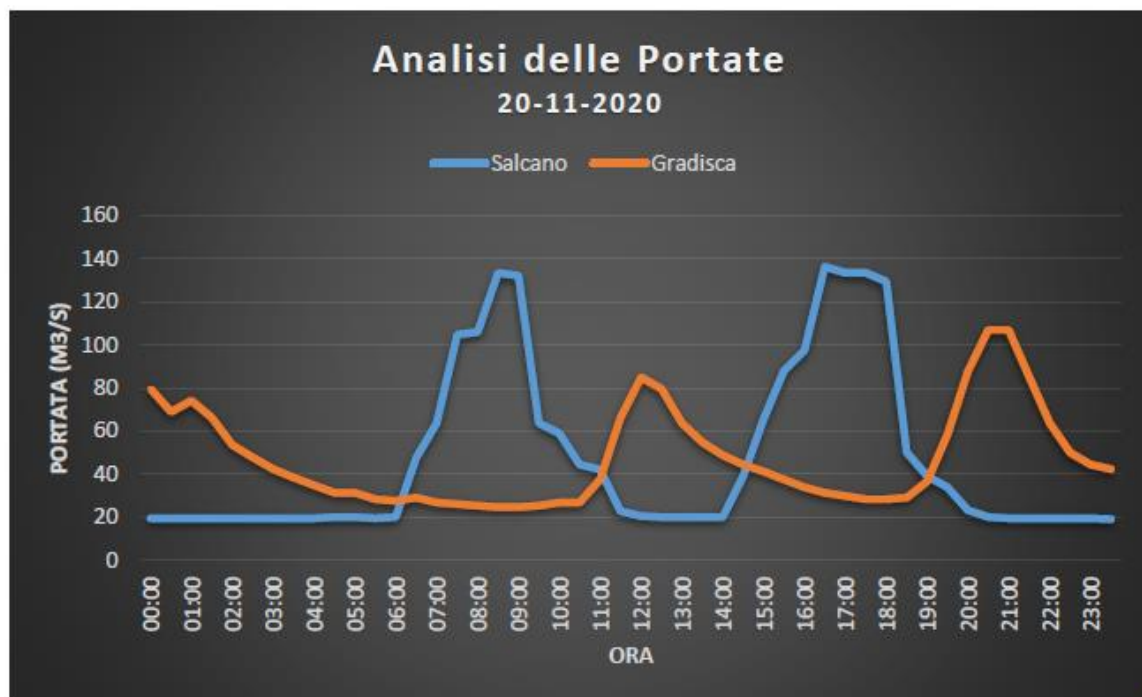
Vpliv hidropikinga dolvodno od Gorice je treba zaradi tega upoštevati ne le zaradi frekvence in spreminjanja pretoka, pač pa tudi zaradi minimalnih količinskih vrednosti pretokov: zelo pogosto namreč izpust iz solkanskega jeza, tudi v obdobju povprečnega pretoka Soče, ne dosega več kot 20-25 m³/s za obdobje več ur. Sicer ti pretoki na odseku Gorica-Zagrad v običajnih razmerah še vedno zagotavljajo hidravlično kontinuiteto; dolvodno od Zagrada pa so zabeleženi značilni minimalni pretoki v prisotnosti omenjenih izpustov solkanskega jeza, ki znašajo 12-15 m³/s, od katerih del prevzame kanal Dottori (8-11 m³/s) in se dolvodno ne vračajo v strugo (Podoba 1). Takšen scenarij pretoka v strugo ni redek in povzroča popolno osiromašenje vodne količine dolvodno takoj po Zagradu in vse do priliva izvirov in porečja Tera.

Prav zaradi tega je opredelitev teoretičnega pretoka v strugo v Zagraju, ki je potreben, da se zagotovi neprekinjenost rečnega toka, temeljnega pomena za vse prihodnje ugotovitve morebitnih rešitev reguliranja hidropikinga gorvodno od Zagraja.

Poleg tega poudarjamo, da je v okviru projekta GREVISLIN projektni partner konzorcij Consorzio di bonifica pianura Isontina, poskrbel za realizacijo ribje lestve v Zagraju in za realizacijo stalne postaje za nadzorovanje rečnih pretokov v Zagraju. Upravičeno domnevamo, da imamo sedaj že osnovne prvine in popoln okvir za ugotavljanje dejanj, ki jih moramo izvršiti za ublažitev pojava hidropikinga, z uporabo rešitev, ki omogočajo okrepitev zelene infrastrukture in izboljšanje ekosistemskih storitev.



Podoba 1. Sistem odtokov v Italiji med Gorico in Zagrajem.



Podoba 2. Značilni trend hidropikinga z izpostavljenimi izpusti pretokov iz Solkana in pretokov v Gradišću.

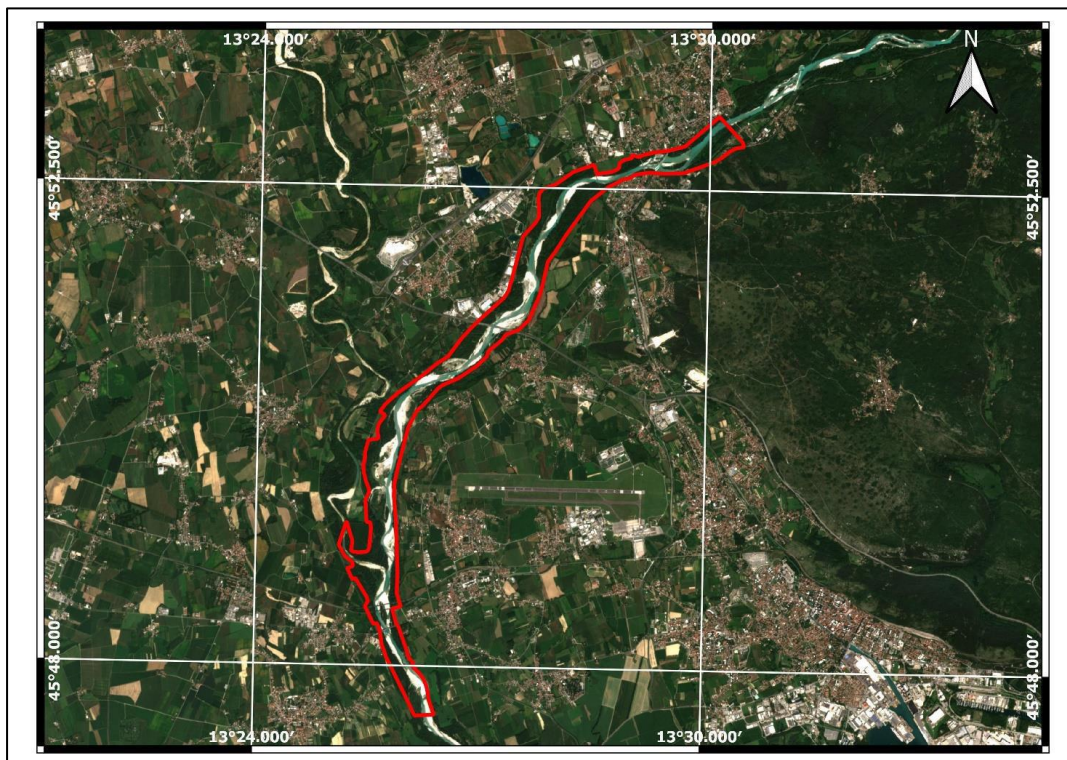
9. Analiza kontinuitete rečnega pretoka za ugotavljanje najmanjšega potrebnega pretoka za ohranjanje kontinuitete rečnega pretoka v zagraju in pierisu

Analizirani rečni odsek med Zagrajem in Pierisom za zgornji namen je dolg 13,2 km (Podoba 3).

Namen tega dela je bil analizirati preko satelitskih podatkov in ogledov kontinuiteto rečnega pretoka na preučevanem območju in ugotoviti zavetišča za ihtiofavno ter najmanjši pretok, ki lahko zagotavlja rečno kontinuiteto v okviru preučevanega območja.

Analiza, ki smo jo razvili, je bila veččasovne vrste, saj se je nanašala na celotno leto 2020. Izhodiščna točka za ugotavljanje satelitskih podatkov, ki jih je bilo treba obdelati, so bila merjenja rečnega pretoka v Gradišču, ki so omogočila ugotovitev trenutkov poudarjenega prekinjanja rečnega toka (najmanjši pretoki) in so bila skladna s podatki satelita Sentinel-2. Tako smo pridobili posnetke, ki se nanašajo na naraščajoče stopnje pretokov v Gradišču, da bi lahko ugotovili količino pretokov, ki zagotavlja neprekinjenost toka v strugi. Za tem ko smo pridobili podatke satelita Sentinel-2, smo satelitske posnetke razvrstili, da bi dejansko analizirali neprekinjenost rečnega pretoka na preučevanem področju. Klasifikacija je bila nadzorovane vrste in se je nanašala na več razredov, pridobljenih na podlagi metodologije, opredeljene v priročniku kot Sistem za odkrivanje in klasifikacijo morfoloških enot vodotokov ("Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM)") (ISPRA 2016). Algoritem za analizo podatkov temelji na tehniki strojnega učenja (Machine Learning), ki se običajno uporablja pri problemih klasifikacije. Na osnovi klasifikacije vseh posnetkov, pridobljenih iz satelita Sentinel-2, smo ugotovili vsa zavetišča za ihtiofavno oziroma območja, ki imajo značilno stalne večje količine vode, in najmanjšo količino pretoka med opazovanimi (vrednosti pretoka, ki ustrezajo izbranim pridobitvam satelita Sentinel-2), ki zagotavlja kontinuiteto rečnega toka na preučevanem območju.

Za podrobnosti o metodologiji, indeksih in o tem, kar je na kratko opisano spodaj, glej specifično poročilo, sestavljeno v okviru zunanje storitve, ki jo je naročila Dežela (TERRA Srl, 2021).



Podoba 3. Razporeditev območja med Zagrajem in Pierisom.

S pomočjo analize satelitskih posnetkov so bili načrtani različni odseki reke in področja struge, ki jih lahko razvrstimo v naslednje razrede (za definicije glej omenjeni priročnik ISPRA):

- struga pri nizkem vodostaju;
- tolmunj;
- pregrade;
- visoke pregrade;
- rastlinje.

Uporabili smo podatke iz satelita Sentinel-2, ker so primerni za cilje raziskave, saj so brezplačen izdelek, za katerega sta značilna ustrezna prostorska ločljivost (10 m) in visoka časovna ločljivost (2-3 dni).

Referenčni časovni okvir za pridobivanje podatkov satelita Sentinel-2 je bilo celotno leto 2020. Da bi analizirali stanje kontinuitete rečnega toka, ki se nanaša na različne stopnje količine pretoka v strugi, smo analizirali pretoke v Gradišću, izmerjene ob 10. uri, ker smo upoštevali, da pridobiva satelit Sentinel-2 posnetke na preučevanem področju kmalu po 10. uri. Za namene tega dela smo uporabili satelitske podatke, ki ustrezajo situacijam prekinjenega in neprekinjenega rečnega toka, ki so vsekakor bili daleč od situacije narasle reke (V Gradišću je bil pretok, kot kažejo omenjeni posnetki, manjši kot 65 m³/s).

Izbrane posnetke smo povzeli v naslednji razpredelnici:

ID	Sentinel-2 ID	Data	Portata a Gradisca (m ³ /s)
1	T33TUL_20200205T100211	05/02/2020	32.2
2	T33TUL_20200316T100021	16/03/2020	48.8
3	T33TUL_20200415T100031	15/04/2020	16.9
4	T33TUL_20200423T100549	23/04/2020	15.3
5	T33TUL_20200503T100549	03/05/2020	44.4
6	T33TUL_20200627T101031	27/06/2020	63.6
7	T33TUL_20200707T101031	07/07/2020	31.4
8	T33TUL_20200714T100031	14/07/2020	44.0
9	T33TUL_20200729T100029	29/07/2020	10.0
10	T33TUL_20200813T100031	13/08/2020	14.8
11	T33TUL_20200905T101031	05/09/2020	43.3
12	T33TUL_20200920T100649	20/09/2020	7.43
13	T33TUL_20201124T101341	24/11/2020	20.9

S pomočjo ustreznih postopkov predhodne obdelave in razvrščanja ustrezno izbranih pasov smo izračunali različne indekse, ki se uporabljajo kot napovedovalne spremenljivke za naslednje faze klasifikacije prvin posnetkov. Izračunani indeksi so:

- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI);
- Normalized Difference Water Index (NDWI);
- Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI);
- Automated Water Extraction Index 1 (AWEI 1);
- Automated Water Extraction Index 2 (AWEI 2);

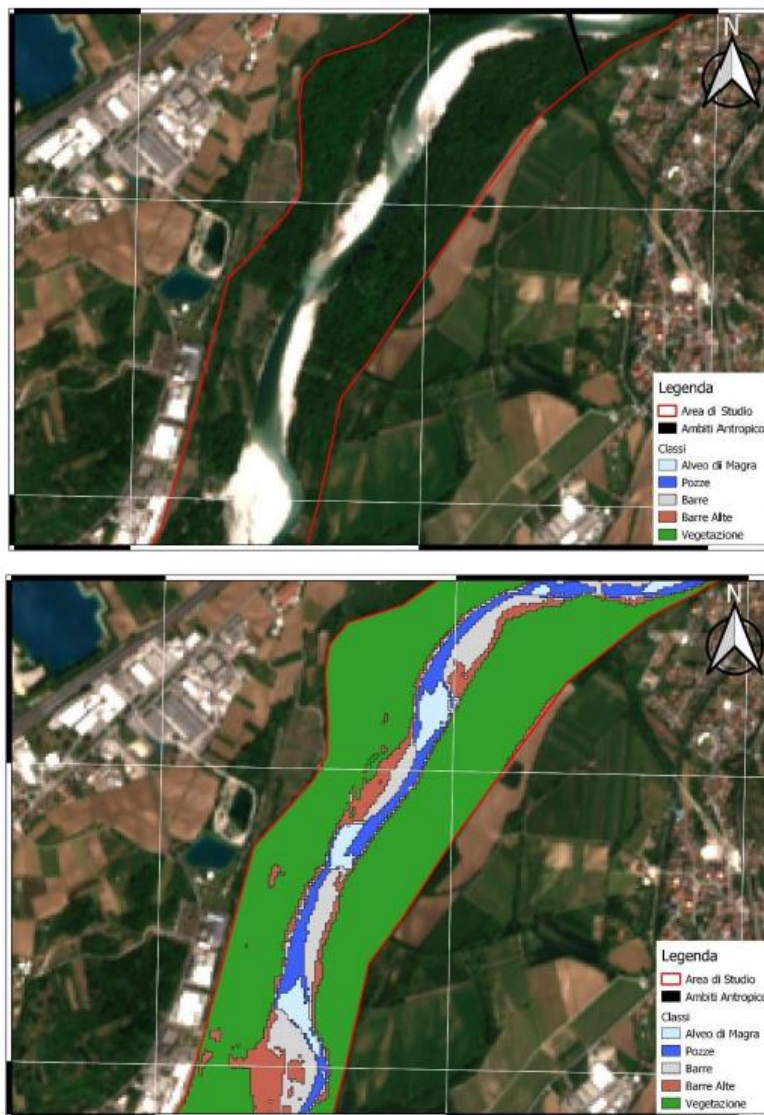
Ko smo za vsak posnetek ugotovili indekse, smo nadaljevali analizo podatkov, predvsem zaradi tega, da bi opredelili območja, na katera vpliva prisotnost različnih ciljnih razredov (npr. prisotnost vode, tolmoni, rastlinje itd. ter odgovarjajoči indeksi, ki so z njimi povezani) in bi jih uporabili za faze usposabljanja in potrjevanja, pri čemer bi upoštevali "nadzorovani" pristop k razvrščanju. (Carrizosa & Romero Morales, 2013). Za obdelavo analitičnega modela so bili opredeljeni nekateri referenčni poligoni (tj. "vzorčna" področja) za vsako od različnih vrst ciljnih razredov, nato naključno razdeljeni v dve skupini oziroma v skupino za "obdelavo" in skupino za "preverjanje veljavnosti", da bi kalibrirali model analize (obdelava) in ocene napake (preverjanje veljavnosti).

Končno so bile za vsako točko nabora za obdelavo in preverjanje veljavnosti zbrane točkovne vrednosti vseh opisanih napovednih spremenljivk (NDVI, NDWI, MNDWI, AWEI1 e AWEI2).



Podoba 4. Primer točkovanja modela analize.

Algoritem za računalniško postavitvev klasifikacije je bil razvit s testiranjem 3 različnih tehnik strojnega učenja (Random Forest, Support Vector Machines, Feed Forward Neural Network), da bi zagotovili največjo natančnost klasifikacije.



Podoba 5. Slike, ki se nanašajo na napovedi modela Random Forest, primerjane z odgovarjajočimi satelitskimi posnetki (resnična primerjava proti napovedi).

Iz tako pridobljenih različnih klasifikacij in zemljevidov za vse satelitske posnetke je mogoče na primer prepoznati in poudariti območja tolmunov ("bazenov") v različnih časovnih situacijah (in referenčnega pretoka v Gradišču) ter rečno kontinuiteto.

Kar se tiče analize rečne kontinuitete in odgovarjajočih pretokov v Gradišču, navajamo v nadaljevanju razpredelnico povzetka rezultatov analize.



ID	Sentinel-2 ID	Data	Portata a Gradisca (m ³ /s)	Continuità Fluviale
1	T33TUL_20200920T100649	20/09/2020	7.43	NO
2	T33TUL_20200729T100029	29/07/2020	10	NO
3	T33TUL_20200813T100031	13/08/2020	14.8	NO
4	T33TUL_20200423T100549	23/04/2020	15.3	NO
5	T33TUL_20200415T100031	15/04/2020	16.9	NO
6	T33TUL_20201124T101341	24/11/2020	20.9	NO
7	T33TUL_20200707T101031	07/07/2020	31.4	NO
8	T33TUL_20200205T100211	05/02/2020	32.2	NO
9	T33TUL_20200905T101031	05/09/2020	43.3	SI
10	T33TUL_20200714T100031	14/07/2020	44	NO
11	T33TUL_20200503T100549	03/05/2020	44.4	SI
12	T33TUL_20200316T100021	16/03/2020	48.8	SI
13	T33TUL_20200627T101031	27/06/2020	63.6	SI

Ugotavljamo, da je bila zaznana rečna kontinuiteta s pretoki, ki so bili izmerjeni v Gradišču nad 43.3 m³/s. Posnetek, pridobljen dne 14.7.2020, pa predstavlja edino izjemo za to ugotovitev; kajti, kljub temu, da je v Gradišču zabeležen pretok enak 44 m³/s, je na južnem delu preučevanega območja potrjeno stanje diskontinuitete; vendar je bilo preverjeno, da je bilo to stanje povezano z nižjimi podaljšanimi pretoki izpod 25 m³/s v urah pred pridobitvijo posnetka z dne 14.7.2020.

Stopnjo pretoka, ki je uporabna za zagotavljanje neprekinjenosti reke Soče dolvodno od Zagraja, je zato mogoče opredeliti kot 40-45 m³/s, glede na to, da v primerjavi s povprečnimi pretoki Soče na tem odseku ne predstavlja visokega pretoka. Poleg tega veččasovna analiza izpostavlja, da je ravno fenomen vodnega vrha (hidropikinga) vzrok za prekinitev rečne kontinuitete, kot to sporočamo za primer z dne 14.7.2020, kjer so bila, tudi ob pretokih v Gradišču nad 40-45 m³/s, nihanja prejšnjih ur takšna, da niso dovolila pretokom te velikosti, da bi obnovili rečno kontinuiteto. V zvezi s slednjim vidikom predstavljamo kot primer naslednjo statistiko pretokov Soče v Gradišču za leto 2020 (leto, za katerega ni značilna dolgotrajna suša in je značilna povprečna letna količina padavin):

Povprečni letni pretok 94 m³/s

Število dni s povprečnimi dnevnimi pretoki nad 45 m³/s 163 dni

Med temi 163 dnevi, število dni s trenutnim pretokom, nižjim od 45 m³/s, vsaj 4 ure v celem dnevu 78 dni

Iz tega lahko na poenostavljen način razberemo, da bi naravni povprečni dnevni pretok Soče lahko zagotovil dolvodno od Zagraja neprekinjenost reke 5,5 mesecev letno. Vendar pa bi bila v teh 5,5 mesecih vsaj 2,5 meseca po vsej verjetnosti podvržena pojavi prekinitve rečne

kontinuitete dolvodno od Zagraja, izključno zaradi načinov upravljanja izpustov jezu v Solkanu in kasnejših odvodov, ne pa zaradi pomanjkanja naravnih pretokov v strugi, saj je tam značilna prisotnost povprečnih dnevni pretokov, višjih od 45 m³/s.

2020 PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m³/s												
GIORNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	65,0	29,4	671,8	24,8	111,9	35,0	36,9	15,0	128,7	116,3	65,3	28,7
2	60,3	41,6	711,4	28,3	62,2	25,3	44,4	31,8	66,1	178,4	55,6	20,0
3	55,9	48,4	442,3	21,1	68,1	54,5	28,8	114,4	48,3	363,7	65,7	25,0
4	44,5	57,7	300,3	14,0	43,3	806,5	30,7	51,3	44,3	601,8	43,1	93,0
5	49,8	48,4	248,6	20,5	33,0	518,1	37,1	37,8	37,9	422,4	49,8	499,8
6	44,7	39,7	222,3	18,2	36,5	270,1	38,3	39,1	38,8	338,8	34,4	862,7
7	40,6	25,0	162,7	18,8	30,1	291,4	42,8	28,0	32,0	327,7	30,4	454,4
8	37,3	30,1	138,5	27,1	28,2	608,1	27,8	15,9	33,4	231,3	39,3	638,3
9	43,4	37,8	107,1	24,9	31,3	440,1	26,9	20,4	31,0	151,2	45,6	352,2
10	41,2	61,0	81,2	24,6	57,0	285,5	24,7	31,8	30,2	248,1	35,2	245,1
11	23,7	40,0	68,6	22,5	274,8	190,2	45,6	21,7	17,4	556,5	31,9	164,9
12	27,2	36,7	78,2	16,4	312,5	127,0	29,3	23,8	13,1	311,3	25,3	108,0
13	39,7	31,1	70,5	27,3	197,4	110,1	29,3	22,0	20,0	196,3	29,5	105,4
14	37,2	28,1	44,9	21,6	149,5	94,2	26,3	50,6	27,9	182,0	19,6	83,2
15	30,7	22,2	59,8	25,4	234,8	87,0	25,6	31,3	23,9	329,8	47,2	96,7
16	23,1	28,6	39,8	26,5	187,0	65,7	25,4	30,9	14,2	208,7	191,9	74,4
17	26,5	24,3	44,5	24,4	139,7	70,0	19,4	39,7	18,0	127,8	84,3	70,9
18	19,1	25,1	47,8	15,5	105,7	80,8	17,5	31,1	8,0	119,1	58,4	69,6
19	21,8	25,9	40,1	24,1	107,6	83,6	13,8	24,2	7,1	92,9	50,3	69,1
20	29,2	26,2	41,3	25,7	71,0	67,7	19,0	24,1	10,5	89,4	32,0	65,0
21	25,3	21,9	36,1	28,1	64,6	61,6	30,6	28,4	29,7	76,9	34,9	65,4
22	26,9	20,8	34,8	25,7	49,9	52,3	27,5	16,6	23,1	74,5	38,5	91,6
23	21,8	19,1	41,0	21,5	69,5	46,7	32,9	14,5	27,1	98,5	30,6	96,0
24	16,8	26,2	34,3	20,1	85,2	48,7	23,9	24,6	444,6	100,3	20,3	107,3
25	14,6	58,0	35,3	16,8	51,7	70,2	22,5	17,0	611,0	108,3	33,1	404,0
26	27,7	77,5	28,1	25,7	56,0	51,4	18,5	12,6	286,4	196,6	30,3	287,6
27	42,2	49,4	24,4	31,2	42,4	33,4	28,5	11,4	255,0	244,0	25,1	159,6
28	200,9	43,3	25,4	43,7	36,7	43,5	17,5	27,4	331,6	155,2	16,1	140,2
29	77,8	127,0	21,9	56,4	32,9	48,1	19,1	176,3	198,2	100,2	23,9	325,9
30	53,0		26,6	72,0	23,1	36,3	17,7	266,4	118,2	84,1	20,3	416,3
31	33,1		21,7		30,8		16,0	201,9		51,8		268,9

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2020													
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Q (media giorno) max	862,7	200,9	127,0	711,4	72,0	312,5	806,5	45,6	266,4	611,0	601,8	191,9	862,7
Q (media giorno) min	7,1	14,6	19,1	21,7	14,0	23,1	25,3	13,8	11,4	7,1	51,8	16,1	20,0
Q media	94,0	42,0	39,7	127,5	26,4	91,1	160,1	27,2	47,8	99,2	209,2	43,6	209,3

Podoba 6. Statistika o povprečnih dnevni pretokih Soče v Gradišču za leto 2020. Z rdečo barvo so označeni dnevi, v katerih so se z veliko verjetnostjo zgodile prekinitve rečne kontinuitete dolvodno od Zagraja zaradi upravljanja z iztoki iz Solkana, kljub prisotnosti povprečnih dnevni pretokov nad 45 m³/s.

10. Analiza možnih strukturnih posegov za regulacijo pretokov reke Soče

Raziskava je obravnavala opredelitev in oceno možnih posegov za skladiščenje količin vode na rečnem odseku Gorica-Zagraj v obdobjih največjih umetnih izpustov iz solkanskega jeza, ob upoštevanju tako rešitev v strugi kot zunaj nje. Iz tega, kar je predhodno opisano, so presežne količine pretoki, ki v fazah hidropikinga ali nepretirano polne reke presegajo 45 m³/s.

Poglobljena raziskava za opredelitev načrta vzdrževanja reke Soče, ki ga je naročila tedanja območna oblast (Autorità d'ambito - ATO) iz goriške pokrajine (Beta Studio srl, 2013), je že leta 2013 namignila na rešitve izven struge in opredelila območje na desni strani reke južno od Gorice (dolvodno od prečne pregrade mostu 9. avgusta) kot območje, ki je "vodno" združljivo z morebitnimi umetnimi poplavami, vendar pa ni opredelila podrobnosti, pač pa je le namignila, da bi bilo možno v prihodnosti oceniti to vrsto rešitve. Projekt CAMIS je imel to prednost, da je podrobno ponovno definiral topografsko situacijo struge (ponovno opisani rečni topografski odseki Barigazzi), trdne transportne vidike reke in sklenil z znatnim vodnim ravnovesjem ter opredelil območja erozije brežin in kopičenja grušča v strugi.

Analiza, ki je bila opravljena v okviru projekta Grevislin je imela značaj raziskave o predizvedljivosti; to pomeni, da možne rešitve niso bile analizirane samo s kakovostnega vidika, pač pa ocenjene tudi po tehnični in administrativni izvedljivosti.

Zamisli o analizi predizvedljivosti možnih tehničnih rešitev za hipotezo zunaj struge na desni strani reke, južno od Gorice niso razvili prednostno zaradi naslednjih motivacij:

- Območje ni poplavlljivo brez izgradnje pomembnih zajemnih, regulacijskih in upravnih del;
- ustvarjanje tega rezervoarja za laminacijo izven struge bi imelo precejšnji vpliv na okolje, ker bi zadevalo gozdno območje na desni strani reke, vključno s prečno pregrado mostu 9. avgusta in deželno cesto 117;
- omenjeni poseg bi prinesel realizacijo dveh novih struktur oziroma novo prečno pregrado za odvajanje vode in vzdolžno pregrado, ki bi omogočila skladiščenje dodatne količine vode s posledičnim oblikovanjem laminacijskega bazena, ne da bi bili upoštevani ogromni stroški za hidroizolacijo območja, za katerega je značilna visoka prepustnost tal;
- alternativno bi lahko zgradili dovodni kanal, ki bi se začel neposredno od prečne pregrade mostu 9. avgusta. Ta konfiguracija bi bila izvedljiva le na hidrogrfski levi strani in bi povzročila popoln pretres regulacijskega dela konzorcija za melioracije. Poleg tega bi morala v vsakem primeru združevati znatne pretoke (vrste 50 m³/s) do območja izven struge in zato imeti znatne dimenzije;
- ker se novi rezervoar nahaja dolvodno od prečne pregrade mostu 9. avgusta, bi bil lociran dolvodno od konstrukcije glavnega dovodnega kanala, ki oskrbuje krminsko polje. Zato bi ga ne bilo mogoče uporabiti za nadomestitev morebitnih

pomanjkljivosti pri namakanju, razen če bi imel črpalni sistem; to pa vključuje dodatne stroške, tako s strogo ekonomskega kot energetskega vidika.

Opravljenе ocene dejanskega stanja so privedle do preučitve 3 možnih posegov, ki so funkcionalni za shranjevanje vodnega vira ob rečnem jašku, in sicer:

- 1 Strukturna prilagoditev prečne pregrade v Pevmi, s povečanjem zgornje višine zaradi povečanja rezervoarja gorvodno (rešitev v strugi);
- 2 prilagoditev obstoječega praga v Stražcah za gradnjo nove prečne pregrade (rešitev v strugi);
- 3 preureditev bivšega kamnoloma Postir v Zagraju in pretvorba v skladiščno cisterno (rešitev izven struge).

Tehnične podrobnosti preberite v posebnem poročilu (Studio SIN.TE.SI., 2021). V nadaljevanju predlagamo povzetni pregled rezultatov in zaključkov.

- 1 Za prilagoditev obstoječe prečne pregrade ob Pevmskem mostu v Pevmi (TexGiulia) je bil predviden 1 meter poviška prelivnega praga. Ta višina je bila določena na podlagi tehničnih in konstrukcijskih ocen o izvedljivosti del, okoljske in krajinske tolerance za dvig globine in izliva ter združljivosti z obstoječo dovodno konstrukcijo. Pridobljeni volumen za akumulacijo bi znašal 80.000 m³.
- 2 Za izgradnjo nove prečne pregrade v Stražcah je predvideno rušenje obstoječega praga, dolvodno mostu za kolesarje/pešce v Via Brigata Cuneo, in izgradnja prečne pregrade visoke 2 metra, ki bi bila opremljena s sektorsko nastavljivimi vrati (in seveda s preходом za ribe). Za določitev višinskega praga so bili upoštevani različni tehnični in krajinsko-okoljski vidiki, tako kot v prejšnji točki. Pridobljena prostornina za akumulacijo bi znašala 105.000 m³. Načrtovana bosta zaporedna strategija ali strategija slapa obeh bazenov in popolno vzajemno delovanje obeh.



Podoba 7. Na levi pogled na prečno pregrado v pevskem parku na levi strani reke. Na desni pogled na prag v Stražcah dolvodno.



Podoba 8. Na levi scenarij, ki bi nastal, če bi dvignili prečno pregrado pri pevskem parku. Na desni načrt predvidene pregrade v Stražcah.



- 3 Za izkoriščenje nekdanjega kamnoloma Postir v zagrajski občini (GO) kot akumulacijskega rezervoarja je prosta povezava med kanalom Zdravščina in kamnolomom edina možna tehnična rešitev. Ta zgradba bi morala biti opremljena z odvzemom vode, ki ga uravnava zapornica, ki bi jo lahko namestili v bližini ulice 2. junija v Zdravščini, in z betonskim krožnim kanalom proste površine, dolgim 2.5 km, s premerom 1800 mm, ki povezuje odzem v kamnolomu in sledi kanalu "Zdravščina" do sotočja s Sočo. Ta kanal bi prečkal omenjeni kanal s pomočjo sifona in bi došel v kamnolom s povprečno nadmorsko višino 25.20 m. Za podrobnejše podatke o višinomskem in planimetričnem diagramu glej specifične grafične risbe že omenjenega poročila. Za vrnitev vode, shranjene v kamnolomskem bazenu v strugo, bi bilo treba nujno poskrbeti za poseben cevovod in črpalni sistem. Največja prostornina za akumulacijo bi v tem primeru znašala 52.000 m³.



Podoba 9. Hipotetičen planimetričen prikaz posega v nekdanjem kamnolomu Postir.

Med vsemi tremi domnevnimi posegi je ta edini, ki bi ustrezno zasnovan lahko skupaj z deli za ublažitev in posegi za okoliško zeleno infrastrukturo imel vrednost v okviru sanacije in preureditve območij, kar bi povečalo vrednost za ekosistemske storitve tega območja.

Za vodno analizo možnih blažilnih učinkov skupne uporabe (torej do maksimuma možnosti) 3 bazenov je bil razvit vodni model scenarija skrajno nizkega vodostaja (to je referenčni scenarij, tudi če so seveda možnosti uporabe rezervoarjev glede na modulacijo in glede na pretok v strugi številne), ki razkriva, kako bi lahko iz teh skupnih količin (80.000 m³+105.000 m³+52.000m³) dosegli dober rezultat za obvladovanje izrednih razmer, povezanih z razpoložljivostjo vode za namakanje; vendar bi bili učinki za ohranjanje vodne kontinuitete v strugi ob teh količinah zelo skromni.

Sledi povzetek grobih stroškov, ki jih lahko pričakujemo, h katerim bi morali dodati stroške za blažilne ukrepe in za kamnolom Postir še stroške za uresničitev zelenih infrastruktur v podporo posegom.

QUADRO ECONOMICO	
Progetto Grevislin INTERREG V-A ITALIA-SLOVENIA 2014-2020	

		Euro					
Lavori in appalto	TOTALE	Traversa Piuma	Traversa Straccis	Derivazione Cava Postir	Canale adduttore	Cava Postir	
A1 Lavori in appalto	€ 4.883.541,34	€ 203.898,95	€ 2.774.475,98	€ 72.278,26	€ 1.480.887,05	€ 152.221,10	
A2 Costi della sicurezza (non soggetti a ribasso)	€ 139.908,24	€ 6.110,97	€ 83.234,28	€ 2.168,35	€ 43.826,01	€ 4.566,83	
A	TOTALE LAVORI (A1+A2)	€ 209.809,92	€ 2.857.710,26	€ 74.446,61	€ 1.504.693,06	€ 156.787,93	

Somme a disposizione							
B1 I.V.A. 22% su Totale Lavori (A)	€ 1.056.758,47	€ 46.158,18	€ 628.698,26	€ 16.378,25	€ 331.032,47	€ 34.493,30	
B2 Art.113 D.Lgs.50/2016 (2% di A)	€ 96.068,95	€ 4.196,20	€ 57.154,21	€ 1.488,93	€ 30.093,89	€ 3.135,75	
B3 SPESE TECNICHE (10% di A, IVA e CP incluse)	€ 809.461,43	€ 26.820,68	€ 362.586,28	€ 9.445,79	€ 160.915,46	€ 19.893,23	
B4 espropri occupazioni indennizzi	€ 720.517,14	€ 31.471,49	€ 428.856,54	€ 11.166,99	€ 225.703,96	€ 23.518,16	
B5 Imprevisti ed arrotondamenti	€ 123.746,44	€ 11.743,53	€ 65.196,47	€ 17.073,43	€ 17.561,19	€ 12.171,82	
B	Totale Somme a disposizione	€ 2.606.552,42	€ 120.190,08	€ 1.542.289,74	€ 55.553,39	€ 795.306,94	€ 93.212,27

TOTALE SINGOLO INTERVENTO		€ 330.000,00	€ 4.400.000,00	€ 130.000,00	€ 2.300.000,00	€ 250.000,00	
----------------------------------	--	--------------	----------------	--------------	----------------	--------------	--

TOTALE COMPLESSIVO	€ 7.410.000,00
---------------------------	----------------

11. Nestrukturni posegi

Analizirane rešitve in količine, pridobljene z analizo možnih strukturnih posegov, kažejo na visoko razmerje med stroški in koristmi za pridobitev rešitev z omejeno učinkovitostjo. Edini možni nestrukturni poseg ostaja ukrep na glavnem regulacijskem delu, in sicer na solkanskem jezu, s ponovnim pogajanjem o osimskih sporazumih in o minimalnih izpustih pretokov, ob upoštevanju rezultatov te raziskave o pretokih, nujnih za rečno kontinuiteto.

Koristen pristop, ki ga je treba omeniti, se nanaša na analizo kompenzacijskih stroškov, ki bi vključevali izpust večjega minimalnega pretoka solkanskega jeza, in je bila obravnavana v doktorski disertaciji (Chiara Mei, Politecnico di Torino and KTH Royal Institute of Technology. The Water, Energy and Land linkages on the Isonzo-Soča river basin, 2015). Skratka: omenjena študija kvantificira povprečni strošek za najmanjše izpuste iz Solkana, ki bi nikoli ne bili manjši od 25 m³/s (povprečno hidrološko leto) na 158.000 € letno, kar bi lahko nihalo od 533.000 € v sušnih letih do 10.900 € v deževnih letih. Ta pristop bi bilo treba poglobiti s širšo in podrobnejšo analizo podatkov (npr.: "sistem" Solkan ni neodvisen, pač pa povezan z obsežno proizvodno mrežo) in s hipotezami o različnih stopnjah izpustov. Ostaja pa dejstvo, da predvideni kompenzacijski stroški, čeprav okvirni, v primerjavi s stroški zgoraj opisanih strukturnih posegov, ki med drugim niso razrešitveni, potrjujejo ugodnost tega nestrukturnega posega.

Priložnost za širšo vizijo tovrstnega pristopa je ponudil projekt Nexus (Assessment of the water-food-energy-ecosystems nexus in the Isonzo/Soča River Basin, KTH Royal Institute of Technology, 2015), ki je pristop uvedel preko ekosistemskih storitev, podrobneje z analizo matrike ekosistemov voda-energija-reka. Od tu je jasno, kako se lahko in se moramo soočiti s problemom vodne kontinuitete reke Soče tako, da stopimo iz popolnoma rečnega (in kmetijskega) okolja, čeprav ga še upoštevamo in količinsko opredelimo v okviru ekosistemskih storitev vezanih na ponudbo reke.

12. Zaključki

V zvezi s temo rečne kontinuitete Soče je izvedena raziskava določila pretok na 45 m³/s kot v Zagraju potreben, da se zagotovi kontinuiteta reke Soče do področja izvirov na območju sotočja s Terom.

Analizirane so bile tri vrste posegov za korekcijo faktorja moči vodnih tokov (hidropiking): dva z izgradnjo in povečanjem bazenov v strugi v Gorici ter rešitev izven struge s preureditvijo kamnoloma Postir v Zagraju v akumulacijski bazen. Skupna količina vode, ki bi jo lahko shranili v teh treh bazenih, bi bila 237.000 kubičnih metrov in bi omogočila doseganje dobrih rezultatov za omejitve izrednih razmer, povezanih z razpoložljivostjo vode za namakanje, nasprotno pa bi bili s temi količinami učinki na kontinuiteto pretoka precej skromni. Med tremi ocenjenimi posegi bi bila preureditev kamnoloma Postir edina, ki bi ob primernih dodatnih delih lahko dobila vrednost zelene infrastrukture.

Med nestrukturne posege izpostavljam raziskave, ki so obravnavale problematiko preoblikovanja pretokov, ki jih sprošča solkanski jez, in kvantificirale kompenzacijske stroške kot posledico s tem povezane manjše proizvodnje. Ti stroški, čeprav so le okvirni, v primerjavi s stroški opisanih strukturnih posegov, ki ne razrešijo problema, potrjujejo ugodnost tega nestrukturnega posega.

Obravnavana vprašanja z rezultati načrta za zelene infrastrukture predlagajo, da se problem minimalnih pretokov reke Soče dolvodno od solkanskega jeza vključi v obširnejšo in modernejšo perspektivo Ciljev Trajnostnega Razvoja (Sustainable Development Goals) in ekosistemskih storitev, povezanih z reko, ki presega vizijo izkoriščanja vode zgolj v namakalne namene in so še vedno vezani na z Osimski sporazum.

13. Bibliografia/ Bibliografija

Beta Studio Srl, 2013, Studio per la definizione di un piano di manutenzione del fiume Isonzo. Rapporto interno della Consulta d'ambito territoriale ottimale orientale goriziano.

Carrizosa, E., & Romero Morales, D. (2013). Supervised classification and mathematical optimization. *Computers & Operations Research*, 40(1), 150-165.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cor.2012.05.015>.

Casagrande G., Avon D., 2016, La gestione delle acque dell'Isonzo: un approccio idrogeologico (Rassegna tecnica del Friuli Venezia Giulia, n. 2 marzo-aprile 2016).

ISPRA, 2016, Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM), Manuali e linee guida ISPRA 122/2015.

Politecnico di Torino and KTH Royal Institute of Technology, 2015, The Water, Energy and Land linkages on the Isonzo-Soča river basin, ECE/MP.WAT/2015/10.

PROGETTO CAMIS, 2015, Pubblicazione finale, www.camisproject.eu.

PROGETTO ASTIS, 2015, Pubblicazione finale, www.astis.ung.si.

PROGETTO GEP, 2015, Pubblicazione finale, www.gepgis.eu.

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 2021, Individuazione e definizione di azioni e idee progettuali prioritarie per il miglioramento dell'habitat fluviale, la mitigazione dell'artificialità del regime fluviale e il miglioramento della qualità ecologica e idromorfologica del fiume Isonzo, Relazione generale e Relazione di prefattibilità tecnica sugli interventi, a cura di Terra Srl e Studio Sintesi Srl.