

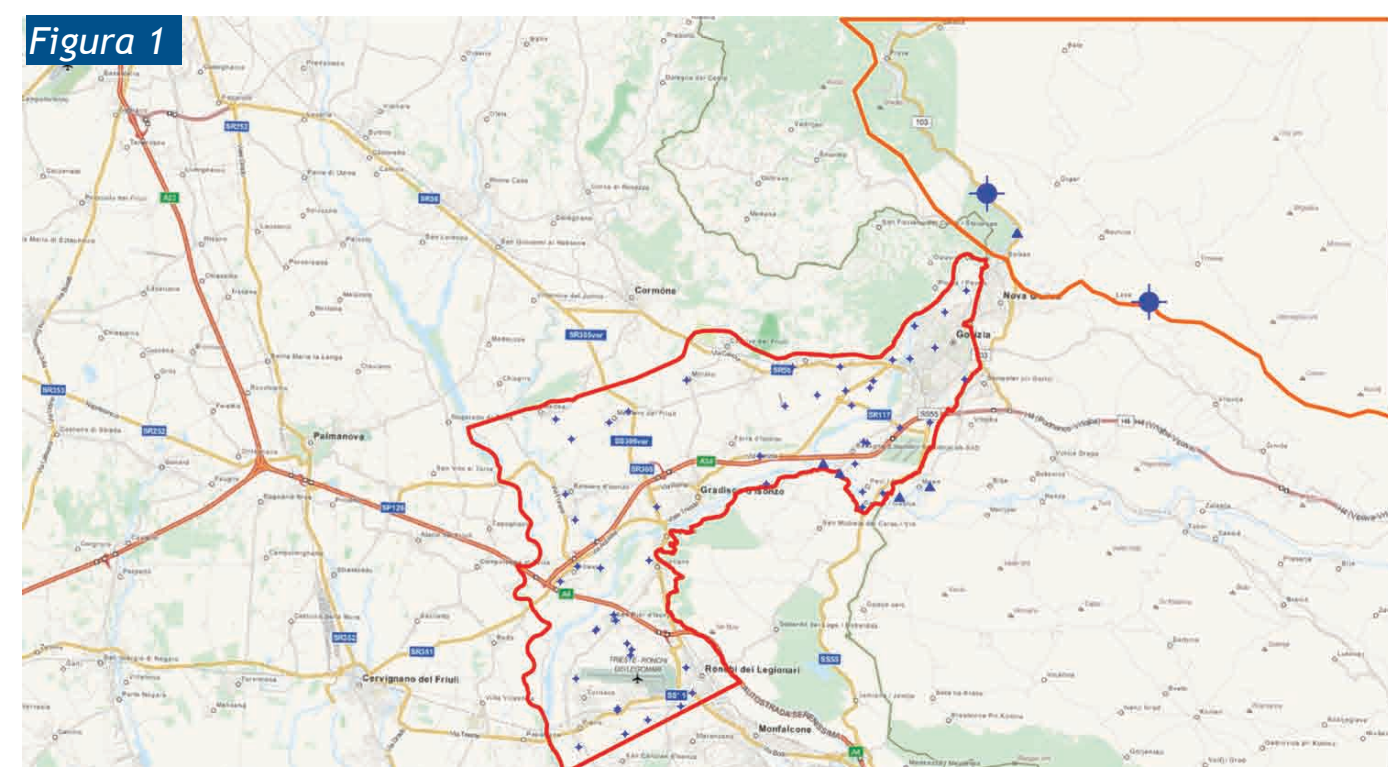
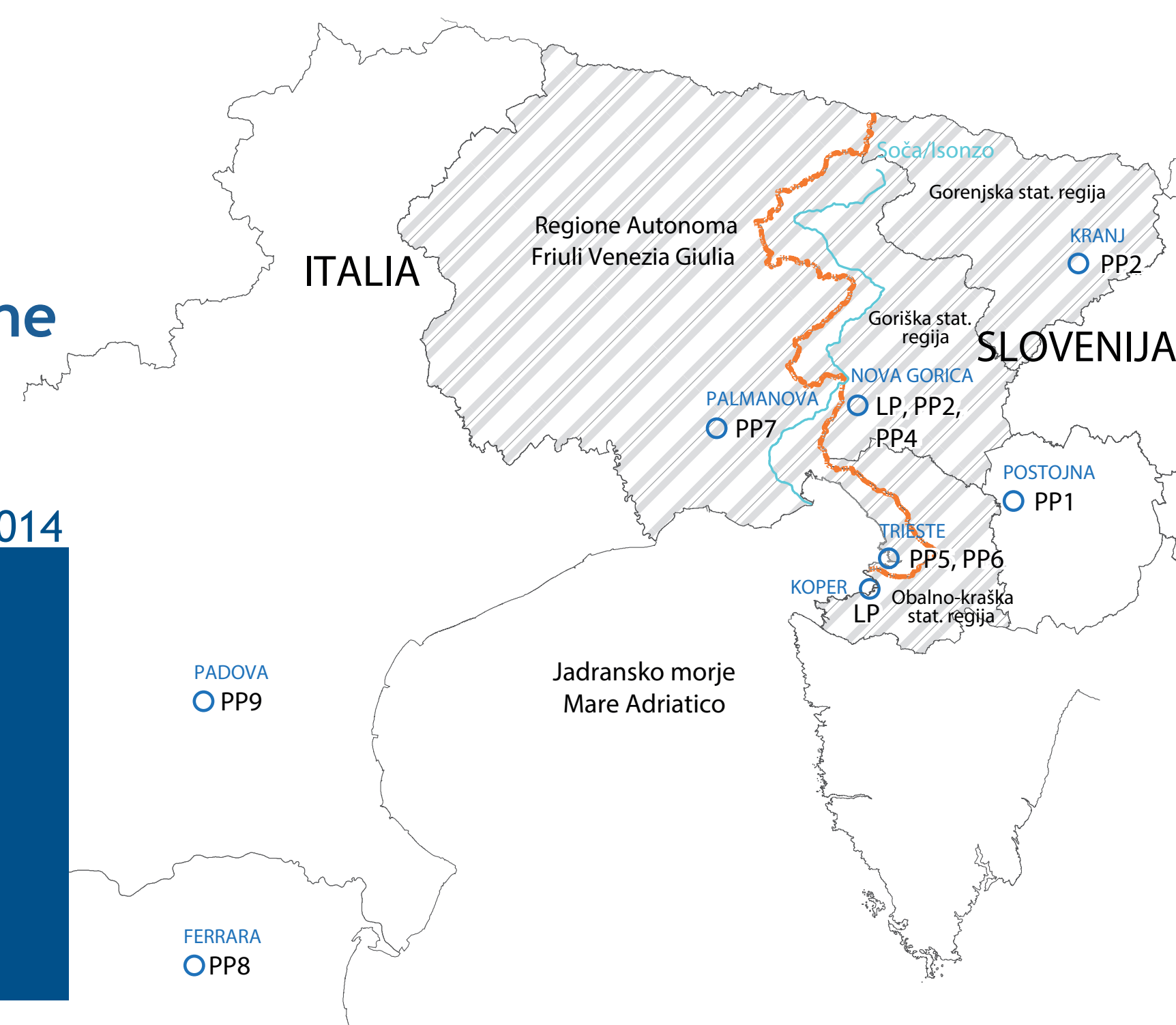
Skupni geoinformacijski sistem za varovanje virov pitne vode v izrednih dogodkih

Sistema informativo territoriale congiunto per la protezione delle risorse d'acqua potabile in casi di emergenza

Durata del progetto 2.11.2011 - 2.11.2014

STRUMENTI DI MODELLAZIONE

Doc.dr. Goran Vižintin
Naravoslovno-tehniška fakulteta,
Univerza v Ljubljani



Gli strumenti basati su modelli sono progettati per calcolare i tempi e visualizzare la direzione che mettere in pericolo le risorse idriche dell'altopiano di Trnovo - Banjšice e la zona alluvionale del fiume Isonzo. Nell'area del progetto GEP abbiamo porosità intergranulari, fratturate e fratturate carsiche. L'intera area è caratterizzata dalle rocce fratturate carsiche dell'altopiano di Trnovo - Banjšice che agiscono da grandi collettori di acqua piovana. In prossimità dei bordi dello strato roccioso, l'acqua affiora sotto forma di grandi sorgenti e tramite corsi d'acqua di superficie affluisce nel fiume Isonzo e da qui nel mare Adriatico.

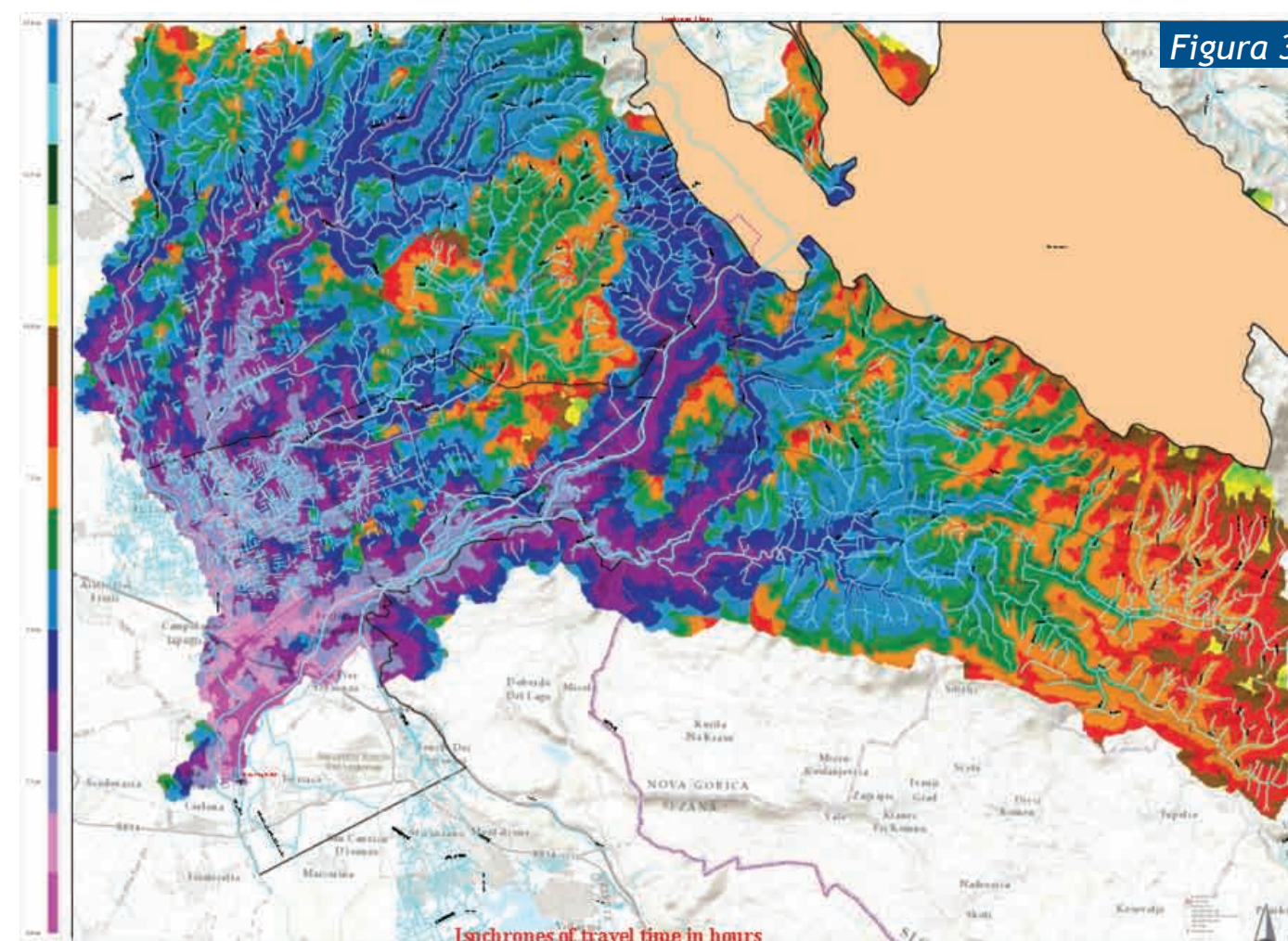
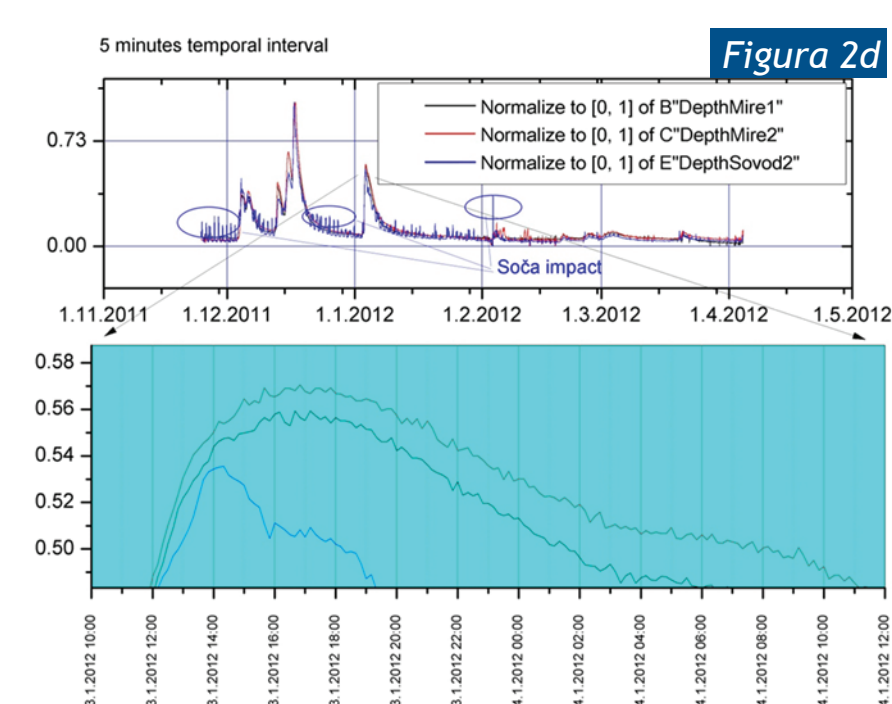
Nell'approntare i modelli è stato particolarmente importante comprendere il percorso naturale delle acque, dall'origine piovana all'infiltrazione nel suolo, alla formazione di profili idrici nelle rocce, all'affiorare in superficie e infine del deflusso verso il mare attraverso corsi superficiali (i fiumi Vipacco e Isonzo). Nella zona del fiume Isonzo le acque scorrono lungo argini di ghiaia e sabbia, ricche di acque sotterranee, che sul versante italiano vengono utilizzate sia per l'approvvigionamento idrico che per altri usi.

La varietà dei diversi tipi di roccia richiede che la modellazione del flusso delle acque sotterranee e del trasporto di sostanze venga effettuata in vari modi. La pratica ci dice che la modellazione matematica del flusso e del trasporto di sostanze nelle acque sotterranee in rocce carsiche fratturate non dà i risultati desiderati, e perciò abbiamo fatto ricorso a esperimenti di tracciamento. Negli strati di sabbia e ghiaia la storia è completamente diversa, in quanto l'uso di modelli matematici è ampiamente consolidato. In aggiunta a queste due peculiarità, dobbiamo citarne una terza, collegata al drenaggio principale della zona, i fiumi Vipacco e Isonzo. Sono infatti proprio questi due fiumi che garantiscono che l'acqua piovana raccolta sull'altopiano carsico di Trnovo - Banjšice si colleghi alle acque sotterranee della valle dell'Isonzo e del Carso, che si trovano sul bordo sud-orientale dell'area di progetto GEP (figura 1).

Figura 1: Visualizzazione dell'area di modellazione. I piccoli punti blu sono piezometri in zona alluvionale, i triangoli blu sono stazioni fluviali, i punti grandi blu sono le sorgenti carsiche (Mrzlek a ovest e Lijak a est). La linea rossa indica i limiti del modello di flusso delle acque sotterranee nella zona alluvionale e quella arancione il limite delle aree carsiche.

Proprio questi due fiumi, che costituiscono il canale di drenaggio principale di questa zona, oltre all'acqua portano con se ogni possibile contaminazione. Entrambi i fiumi, attraversando la zona coperta dai modelli, scorrono in rocce fratturate, che, con la loro bassa permeabilità agiscono come barriere impermeabili o a bassa permeabilità.

Figura 2: Per produrre il modello idraulico delle acque superficiali abbiamo dovuto installare siti di misurazione supplementari (figura 2a). Le immagini (2a,b,c) mostra l'apparecchiatura installata nel letto del fiume, mentre nel grafico (2d) sono riportate le misurazioni realizzate con le apparecchiature installate.



L'acqua, per lo più drenata dall'altopiano di Trnovo - Banjšice nelle sorgenti di Hotešk, Kajža, Podroteja, Hubelj e Mrzlek e occasionale in quella di Lijak, continua il suo percorso verso il fiume Isonzo. In questa zona tra Nova Gorica e Ajdovščina attraversa rocce con porosità fessurata sotto forma di corsi d'acqua superficiali. Durante questo percorso di tanto in tanto si aggiungono acque derivanti dalle piogge cadute su queste rocce poco o molto poco permeabili. La contaminazione può verificarsi anche in queste rocce a bassa permeabilità. Pertanto, gli strumenti di modellazione devono includere anche tale possibilità. Come già detto, per prendere in considerazione il suddetto, abbiamo creato un modello idraulico, che fornisce l'associazione temporale tra l'acqua nelle sorgenti, nei corsi d'acqua di superficie, il deflusso superficiale e l'acqua in argini di ghiaia e sabbia nella valle dell'Isonzo o zona alluvionale dell'Isonzo. Il modello del deflusso di superficie è stato creato sulla base della conoscenza del terreno, la pendenza, la vegetazione, la rugosità del suolo e gli alvei fluviali. Il suo scopo è quello di calcolare il tempo di viaggio da qualsiasi posizione del modello cellulare alla confluenza del fiume Isonzo con il fiume Ter (figura 3).

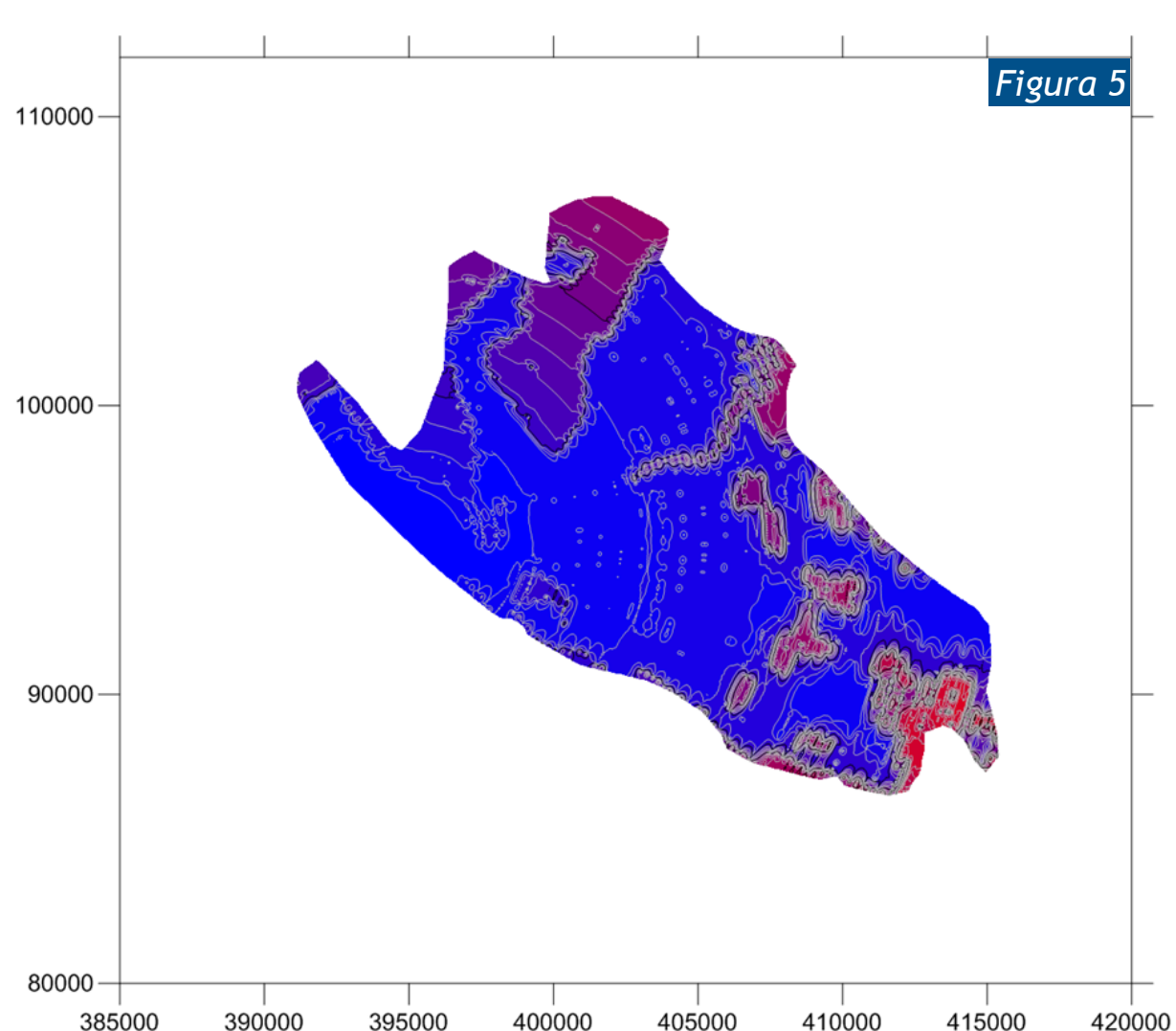
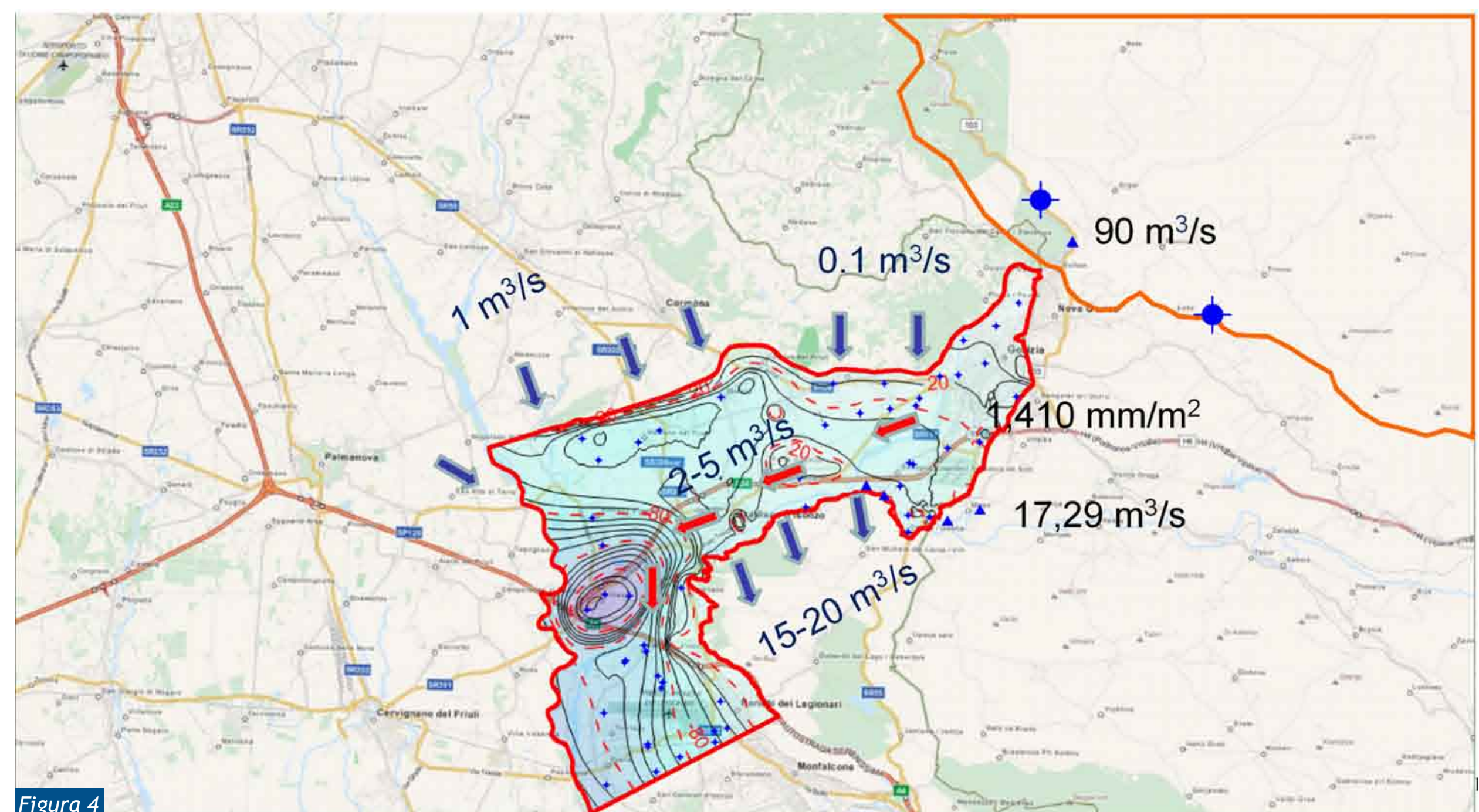
V kratkem stavku bi lahko povzeli, da območje modeliranja sestavljajo pestri naravni pogoji, ki onemogočajo izdelavo enotnega modela prenosa snovi od izvora do uporabnika, zato izdelava enega numeričnega modela za tako območje ne pride v poštev.

In breve si potrebbe riassumere che l'area di modellazione consiste di diverse condizioni naturali, rendendo così impossibile la produzione di un unico modello di trasporto di sostanze dalla fonte all'utente. Pertanto la produzione di un unico modello numerico per tale area non è soluzione.

Figura 3: Modello cellulare temporale, con scala oraria, per il deflusso di superficie e i corsi d'acqua di superficie. Coordinate Y (verso nord): 374300-433650 e X (verso est): 73.650-112.050, le dimensioni della cella sono di 25 x 25 metri.

Nei bacini di sabbia e ghiaia della valle dell'Isonzo si trova una falda intergranulare con ricche riserve idriche sotterranee. Il coefficiente di permeabilità (k) nella zona della valle dell'Isonzo varia da 1*10⁻⁴ a 1*10⁻² m/s. Il coefficiente S è stimato pari a 0,20, la quantità di pioggia è 1410 mm/a, la quantità di ETR è stimata pari a 700 mm/a. La differenza rappresenta una fornitura diretta alla falda. Proprio nella zona avevamo dati da piezometri (figure 1 e 4), che ci hanno permesso di calibrare il modello. Il trasferimento è stato preso in considerazione sotto forma di pozzi di pompaggio, in quanto nelle zone alluvionali abbiamo considerato tre principali stazioni di pompaggio come un unico pozzo equivalente. Dalla calibrazione del modello consegue che il fiume Isonzo perde circa un quinto di acqua nel suo cammino attraverso la valle superiore, il che è abbastanza coerente con le osservazioni dei colleghi dell'Università di Trieste. Le velocità di percorrenza dell'acqua nelle zone alluvionali sono notevolmente ridotte; nel Carso e in superficie abbiamo operato usato le ore, mentre qui possiamo parlare di qualche anno. Come risultato importante della modellazione possiamo evidenziare l'inquinamento in superficie delle acque della parte slovena non causerà la contaminazione immediata di fonti idriche in Italia; ma il problema può essere costituito da un inquinamento a lungo termine che inquina i sedimenti alluvionali del fiume Isonzo (valle dell'Isonzo).

Figura 4: Modello delle acque sotterranee con tracciato base del terreno alluvionale. Le frecce blu indicano gli effluenti a sud-est nel bacino carsico e l'afflusso a nord-ovest. Le frecce rosse indicano la stima delle perdite alluvionali del fiume Isonzo. I piccoli punti blu sono piezometri in zone alluvionali, i triangoli blu sono le stazioni fluviali, i grandi punti blu sono le sorgenti carsiche (Mrzlek a ovest e Lijak a est). La linea rossa indica i limiti del modello di flusso delle acque sotterranee nella zona alluvionale e quella arancione il limite delle aree carsiche.



Invece di un unico modello numerico, abbiamo sviluppato un insieme di modelli che collega rocce con diversa porosità in un sistema di strumenti di modellazione. L'idea di base è la valutazione dei tempi e della direzione che portano l'inquinamento all'utente. Allo stesso tempo, abbiamo deciso di calcolare il breve tempo massimo, che non tiene conto della possibile ritenzione degli inquinanti nella roccia e l'alimentazione costante della zona con acque di piovane (scenario peggiore). Per utilizzare questo approccio, abbiamo dovuto prima determinare la direzione e la velocità di marcia dell'inquinamento. Nelle rocce carsiche, dove prevale la porosità carsica fratturata, i colleghi dell'Istituto di ricerche carsiche di SAZU e la ditta Geologija Idrija, d.o.o., attraverso prove di tracciamento, hanno creato una mappa isocrona per ogni sorgente carsica. Le mappe isocrone sono mappe che disegnano linee che collegano i punti con lo stesso tempo necessario all'acqua per arrivare a una determinata sorgente carsica. A questo proposito dobbiamo sottolineare che dall'altopiano di Trnovo - Banjšice viene drenato il 98% dell'acqua delle sorgenti carsiche incluse negli strumenti di modellazione.

Figura 5: Modello temporale cellulare, con una scala oraria, per la fonte delle acque sotterranee di Mrzlek. A causa della visualizzazione, la zona appare più piccola. Coordinate Y (verso nord): 374 300-433 650 e X (verso est): 73.650-112.050, le dimensioni della cella sono di 25 x 25 metri.

PROJEKTI PARTNERJI

LP Nacionalni inštitut za javno zdravje, PP1 Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, PP2 Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, PP4 Uprava RS za zaščito in reševanje, PP5 Dipartimento di Matematica e Geoscienze - Università degli Studi di Trieste, PP6 Dipartimento di Scienze della Vita - Università degli Studi di Trieste, PP7 Protezione Civile della Regione Friuli Venezia Giulia, PP8 Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra - Università degli Studi di Ferrara, PP9 Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali - Università degli Studi di Padova



www.gepgis.eu

Il contenuto della presente pubblicazione è di esclusiva responsabilità dei Partner progettuali. Za vsebino pričujoče publikacije so odgovorni izključno Projektni partnerji.

Pisarna / Ufficio GEP
Vipavska c.13, 5000 Nova Gorica, Slovenia
gep@nijz.si

Progetto "GEP: Sistema informativo territoriale (GIS) congiunto per la protezione delle risorse d'acqua potabile in casi di emergenza" finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013, dal Fondo europeo di sviluppo regionale e dai fondi nazionali.

Projekt "GEP: Skupni geoinformacijski sistem (GIS) za varovanje virov pitne vode v izrednih dogodkih" sofinanciran v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj in nacionalnih sredstev.

Ministero dell'Economia e delle Finanze

REPUBLIKA SLOVENIJA
SLUŽBA VLADE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA RAZVOJ
IN EVROPSKO KOHEZIJSKO POLITIKO

Investiamo nel vostro futuro!
Naložba v vašo prihodnost!
www.ita-slo.eu
Progetto cofinanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj