

Indice degli argomenti

1. INTRODUZIONE	2
1.1. FINALITÀ DEL LAVORO	2
1.2. FASI DI PROGETTO	2
2. INQUADRAMENTO	5
2.1. FISIOGRAFIA DEL TERRITORIO	5
2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	7
3. L'AREA DI INDAGINE	13
3.1. DOMINIO DI INDAGINE	13
4. ORGANIZZAZIONE E TRATTAMENTO DEI DATI IN AMBIENTE GIS	14
4.1. GENERALITÀ	14
4.2. FLUSSO DI LAVORO	15
4.3. BANCA DATI	17
5. IDROGEOLOGIA	26
5.1. PLUVIOMETRIA E TERMOMETRIA	26
5.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	27
5.3. PERMEABILITÀ ED INFILTRAZIONE	28
5.4. ESAME DEI SISTEMI ACQUIFERI DI MAGGIORE INTERESSE	30
5.5. CENNI SUL BILANCIO IDROGEOLOGICO	31
6. IDROCHIMICA E INQUINAMENTO	40
6.1. CONSIDERAZIONI GENERALI PRELIMINARI	40
6.2. CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL 2003	43
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	50
7.1. STRUTTURA GIS DI PROGETTO	50
7.2. ASSETTO IDROSTRUTTURALE	50
7.3. SITUAZIONE IDROCHIMICA	51
7.4. LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ DI FASE 2	52
8. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE	55

1. INTRODUZIONE

1.1. FINALITÀ DEL LAVORO

Nel ambito del presente lavoro sono state sviluppate alcune tematiche di tipo ambientale del Progetto Giada (www.progettogiada.org).

Tra i temi di analisi sono stati individuati come argomenti idrogeologici di rilevante interesse:

- ✓ la valutazione del grado di sfruttamento indotto dai consumi idrici derivanti dai molteplici utilizzi civili ed industriali¹ presenti nel sistema idrologico Chiampo-Agno-Guà, con riferimento all'equilibrio del bilancio per le risorse idriche,
- ✓ e l'analisi preliminare dell'impatto sullo stato qualitativo dei corpi idrici sotterranei da parte dei poli produttivi presenti nell'area di indagine.

La presente relazione di sintesi illustra lo stato delle conoscenze alla conclusione delle attività di FASE 1 e propone alcune tematiche strategiche da approfondire nel prosieguo del progetto.

1.2. FASI DI PROGETTO

L'incarico è stato organizzato attraverso alcune fasi di lavoro a seguire esplicitate:

- ✓ definizione spaziale del dominio di studio (perimetrazione del bacino imbrifero e stima di quello idrogeologico),
- ✓ organizzazione e gestione delle informazioni esistenti,
- ✓ individuazione degli Enti da coinvolgere per la ricerca dei dati e contatti organizzativi per facilitare l'interscambio,
- ✓ approntamento dei dati già informatizzati in un *data base* di riferimento,
- ✓ architettura della struttura GIS di progetto,
- ✓ organizzazione delle cartografie² esistenti alle differenti scale di rappresentazione in formato digitale,
- ✓ elaborazione dei dati raccolti per la definizione del bilancio idrologico all'interno dell'area di studio,
- ✓ individuazione delle criticità conoscitive,
- ✓ definizione di proposte per la prosecuzione del progetto (FASE 2).

Durante questa prima fase del lavoro sono espletate attività di:

- a. raccolta dei dati esistenti riguardanti:
 - il modello geostrutturale,
 - l'assetto idrogeologico,
 - le attività antropiche ad impatto ambientale,
 - i punti di attingimento idrico (pubblico e privato),
 - particolari situazioni di inquinamento delle acque sotterranee;
- b. coordinamento con Enti pubblici afferenti al Progetto Giada;

¹ con particolare riferimento alle attività del settore della concia

² sia vettoriali che raster.

- c. coordinamento con strutture private coinvolte dal Progetto Giada;
- d. esame critico delle informazioni, loro omogeneizzazione ed ordinamento;
- e. progettazione della struttura informatica di gestione dei dati GIS;
- f. digitalizzazione dei dati in formati GIS compatibili;
- g. elaborazione delle informazioni bibliografiche esistenti;
- h. stesura di mappe tematiche e tabelle di sintesi;
- i. acquisizione di dati inediti o aggiornati sul campo (di tipo qualitativo), rilevati in punti significativi dell'area d'indagine;
- j. l'elaborazione delle informazioni raccolte nelle campagne di misura sperimentali;
- k. analisi critica e elaborazione delle informazioni riguardanti i consumi;
- l. organizzazione dei dati per la definizione del bilancio idrogeologico dell'area;
- m. stesura della relazione preliminare e del rapporto conclusivo

Gli obiettivi prefissati per la prima fase sono i seguenti:

- **la individuazione e caratterizzazione dei fattori del bilancio idrologico;**
- **la definizione della densità di pozzi per km²;**
- **la stima della percentuale di urbanizzato sul totale delle aree di pianura potenzialmente infiltranti;**
- **la rilevazione di particolari criticità quali-quantitative la cui evoluzione temporale e spaziale merita di essere monitorata o approfondita;**
- **la fornitura di linee guida in merito alle attività di FASE 2, mirate ad alleggerire il grado di sfruttamento della risorsa idrica.**

Come già previsto dal piano di lavoro presentato a suo tempo, in base alle criticità emerse nell'ambito di questa prima fase del lavoro, viene a seguire avviata una fase successiva (FASE 2) nella quale, ai fini di una più dettagliata definizione del sistema, verranno espletate attività di elaborazione, acquisizione e monitoraggio di dati inediti quali, ad esempio, la rilevazione di informazioni di tipo geostrutturale sui sistemi fratturati e di nuovi parametri idrologici e idrochimici necessari per colmare le lacune e le criticità evidenziate.

Il lavoro di FASE 1 persegue quindi il fine di proporre le linee di sviluppo inerenti le future attività che costituiranno la fase di validazione oltre che il progressivo aggiornamento del quadro conoscitivo.

Nel presente rapporto di sintesi vengono sviluppati i seguenti argomenti:

- inquadramento generale del sito,
- organizzazione e architettura dei dati GIS,
- elaborazione dei dati idrogeologici,
- analisi dell'ambito qualitativo,

- disamina delle criticità più importanti e definizione delle proposte metodologiche ed operative per la seconda fase del lavoro.

In appendice fuori testo sono annesse alcune elaborazioni cartografiche di specifico interesse.

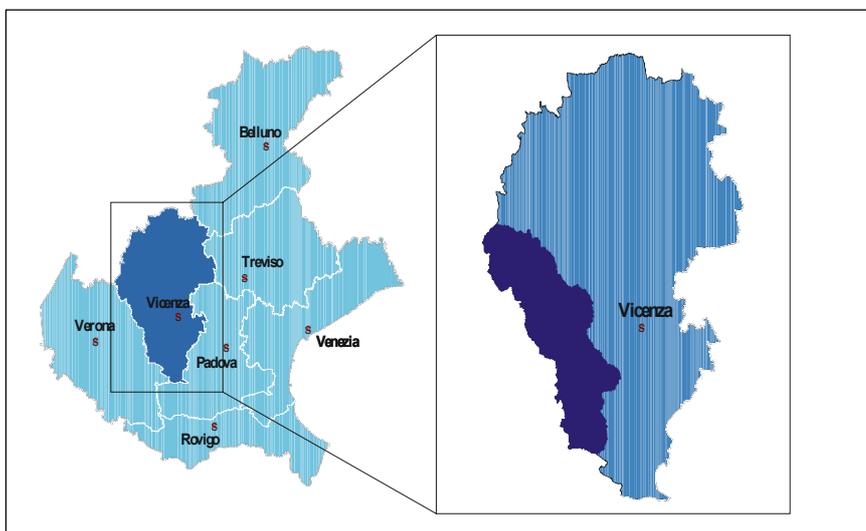
Si precisa inoltre che nel CD che costituisce parte integrante del lavoro di FASE 1 si riportano in formato digitale tutti i dati raccolti e organizzati in ambiente GIS.

2. INQUADRAMENTO

2.1. FISIOGRAFIA DEL TERRITORIO

Lo studio si propone di indagare l'ampia area definita dai Monti Lessini Orientali e l'adiacente pianura, corrispondente in sostanza ai bacini imbriferi del Fiume Agno-Guà e del Torrente Chiampo. Dal punto di vista amministrativo il settore in esame si identifica con la fascia più occidentale della provincia di Vicenza, come visualizzato nella **figura** riportata a lato.

I confini dell'area di studio risultano geograficamente ben delineati e sono definiti dai territori dei seguenti 21 comuni della Provincia di Vicenza:



- Alonte
- Altissimo
- Arzignano
- Brendola
- Brogliano
- Castelgomberto
- Chiampo
- Cornedo Vicentino
- Crespadoro
- Gambellara
- Grancona
- Lonigo
- Montebello Vicentino
- Montecchio Maggiore
- Montorso
- Nogarole Vicentino
- Recoaro Terme
- San Pietro Mussolino
- Sarego
- Trissino
- Valdagno
- Zermeghedo



Dal punto di vista geografico il margine settentrionale è costituito dai monti che sovrastano Recoaro (Gruppo del Carega, Monti Civillina e Faedo) che definiscono le testate delle due valli sopra menzionate; ad est si trovano i

rilievi di Torrelvicino, Monte di Malo e Gambugliano, che degradano verso l'alta pianura veneta in prossimità dei centri di Thiene e Schio mentre a sud l'area si estende nella porzione di pianura sottostante sino all'abitato di Almisano (Lonigo), sfiorando i Colli Berici; ad ovest i limiti del dominio sono segnati dalle creste del versante sinistro della Valle dell'Alpone.

Morfologicamente l'area è in buona parte montuosa con una percentuale del 65% di territorio occupato dai rilievi che si sviluppano soprattutto nella parte settentrionale, mentre verso sud la topografia degrada verso altimetrie tipiche di pianura.

Si tratta di un territorio fortemente eterogeneo dal punto di vista fisiografico, caratterizzato dal passaggio da zone montuose con cime che sfiorano i 2000 metri s.l.m. (la valle dell'Agno si insinua sino all'interno delle Piccole Dolomiti) ad aree pianeggianti con quote assolute sul livello medio del mare di 60 metri.

Tale assetto è senza dubbio relazionato alla vastità della regione in esame, la cui area di competenza si estende per quasi 500 chilometri quadrati.

Dal punto di vista idrografico l'area risulta contraddistinta dai due corsi d'acqua principali che hanno definito la conformazione del territorio: il torrente Chiampo ed il Fiume Agno-Guà.

Si possono in tal senso distinguere due unità geografiche coincidenti con i bacini idrografici suddetti (cfr. immagine sottostante):

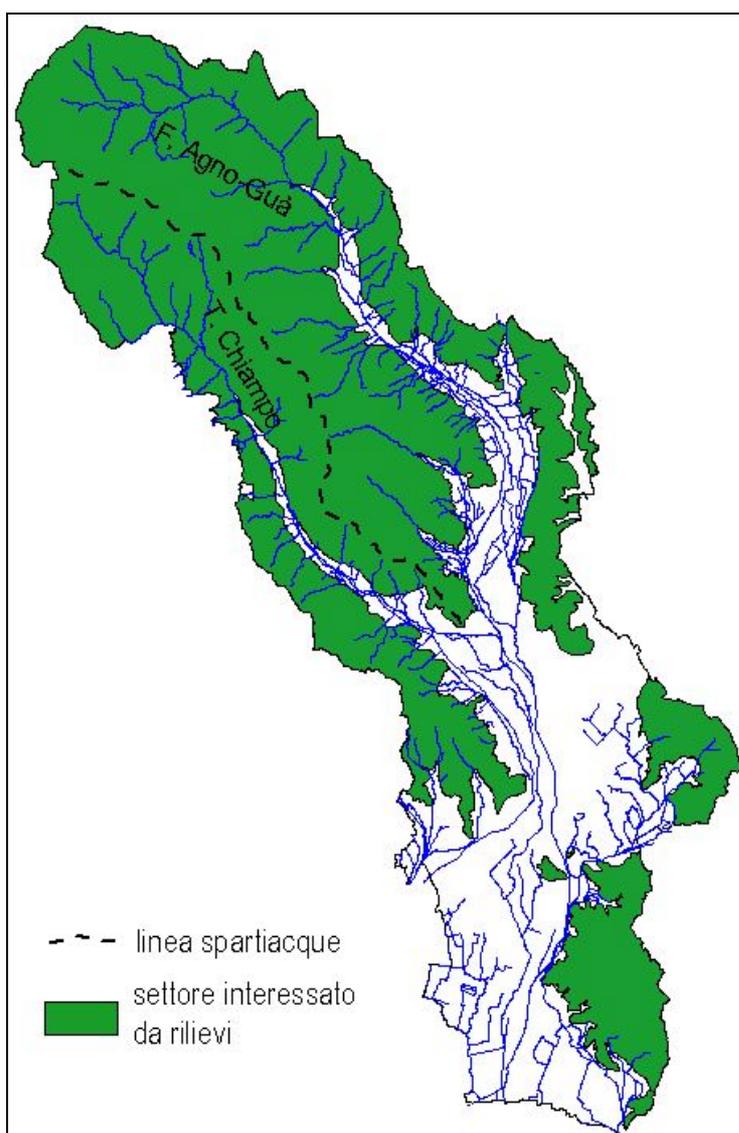
▪ **Bacino dell'Agno-Guà**

Dall'abitato di Recoaro dove mantiene un andamento circa E-W il Fiume Agno curva in direzione sud e prosegue con andamento inizialmente NW-SE fino a Trissino nei pressi del quale continua a scorrere con andamento prevalente N-S.

Il contributo di questo bacino alla ricarica dei corpi idrici sotterranei della pianura latistante risulta superiore a quello del bacino del Chiampo sia per la maggiore estensione areale sia per la presenza di altri corsi d'acqua tributari (T. Arpega, T. Restena, T. Poscola). Inoltre non si può trascurare la pluviometria di questo settore, che registra importanti picchi di importanza regionale proprio nell'area di Recoaro, come si evidenzia nel prosieguo della trattazione.

▪ **Bacino del Chiampo**

Il bacino ha origine a sud della conca di Recoaro dove in prossimità di Passo Scagina nasce il Torrente Chiampo. Il corso d'acqua seguendo la morfologia della valle mantiene una direzione generale NNW-SSE fino allo



sbocco in pianura in prossimità dell'abitato di Montebello, dove volta bruscamente dirigendosi in direzione Verona in prossimità della quale confluisce nel Fiume Adige.

Il Rio Rodegotto è l'affluente principale e si immette nel T. Chiampo a Montebello.

Come si evince dalla **figura** precedentemente presentata, il territorio in esame è solcato da molti altri corsi d'acqua di importanza minore che scendono da valli secondarie e confluiscono nelle aste principali.

Nell'ambito dell'assetto idrografico del comparto in studio sono infine da menzionare i numerosi scoli e rogge di secondaria importanza che solcano le aree pianeggianti e che vengono usate spesso a scopo agricolo e per il drenaggio delle acque di pioggia.

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto geologico del territorio interessato dalle valli dei fiumi Chiampo ed Agno-Guà, risulta sufficientemente noto nei lineamenti essenziali.

La successione stratigrafica delle formazioni rocciose affioranti nel territorio in studio comprende termini che si estendono dall'antico Basamento Scistoso Cristallino (Pre-Permico) fino all'arenaria di S.Urbano (Miocene Inferiore).

Nelle pagine seguenti si riportano le seguenti **figure** ai fini delle definizioni dell'assetto stratigrafico dell'area:

- **mappa di inquadramento geologico dell'area tratta dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:1000.000 – Foglio 49 Verona;**
- **serie stratigrafica schematica della zona in esame** (tratta dalla bibliografia specifica in argomento).

Nell'area del Progetto Giada affiora pertanto l'intera successione veneta sia a causa dell'estensione del territorio ma soprattutto a causa delle particolari condizioni tettoniche e morfologiche che la caratterizzano.

La sequenza di rocce sedimentarie è inoltre interrotta o attraversata dai prodotti dell'attività eruttiva Triassica e Terziaria.

Sono presenti infine terreni quaternari, costituiti dai materiali delle coltri eluviali e colluviali, dalle falde detritiche e dai depositi fluvioglaciali e morenici.

Più in dettaglio si osserva la seguente successione di terreni, a partire dalle formazioni più antiche:

- Basamento Scistoso Cristallino. Si tratta dell'unità rocciosa più antica presente nell'area. E' costituita dal complesso delle "Filladi quarzifere", paraderivati pelitico-arenitici a metamorfismo polifasico di basso grado (Facies degli scisti Verdi).

Affiorano ampiamente nella conca di Recoaro come substrato delle soprastanti sequenze sedimentarie permomesozoiche.

I litotipi largamente dominanti sono rappresentati da filladi quarzose, di colore grigio-verdastro o argenteo talora carboniose, caratterizzate da una pervasiva scistosità piano-ondulata.

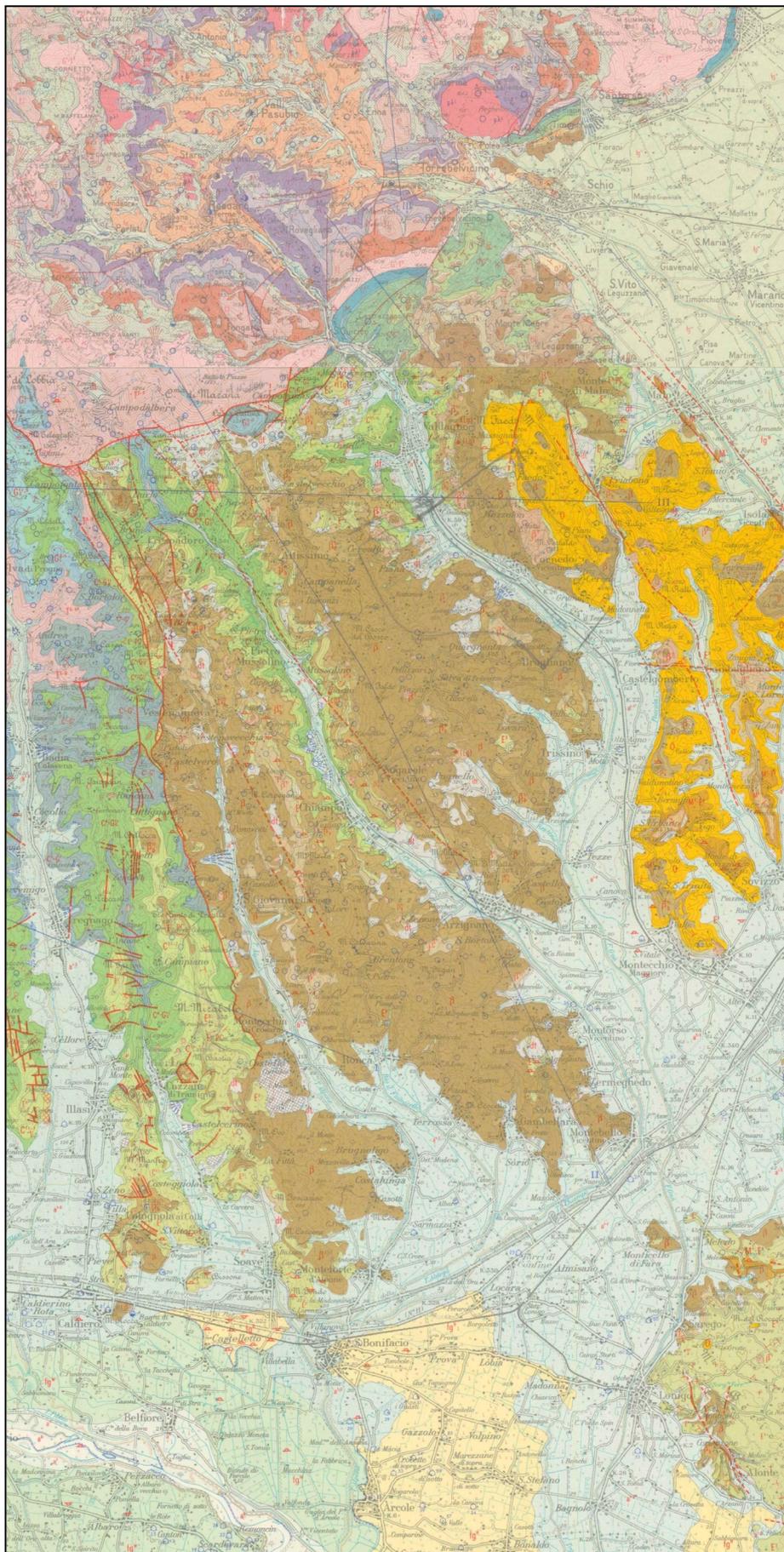
Alle filladi si intercalano, lungo la scistosità regionale, limitati corpi di metabasiti prasinitiche in facies scisti verdi.

- **Arenarie di Val Gardena.** Le Arenarie di Val Gardena poggiano con rapporto di netta discordanza sulle filladi e rappresentano l'unità sedimentaria più antica della regione in esame. Si tratta di una sequenza silicoclastica di tipica origine terrigena.

Si tratta di una formazione di piana continentale con depositi clastici formati da arenarie prevalenti nella parte inferiore e da silti e silti argillose in sommità (Permico medio e inferiore). Alla base della sequenza in alcuni settori è presente un conglomerato grossolano costituito da clasti del basamento cristallino o proveniente dalle vulcaniti (Conglomerato di Sesto).

- **Formazione a Bellerophon.** E' costituita da dolomie e calcari dolomitici con intercalazioni silto-argillose presenti in massima parte nella porzione inferiore di età permica e si pone al di sopra della Formazione delle Arenarie di Val Gardena con rapporti in concordanza.

La sequenza è organizzata in strati di 10–80 cm a giunti di stratificazione ondulati. Nella porzione superiore della serie alle dolomie s'intercalano lamine di silti argillose e facies marnose. Il tetto della formazione marca la fine del Paleozoico. La potenza massima è stimabile in 40-60



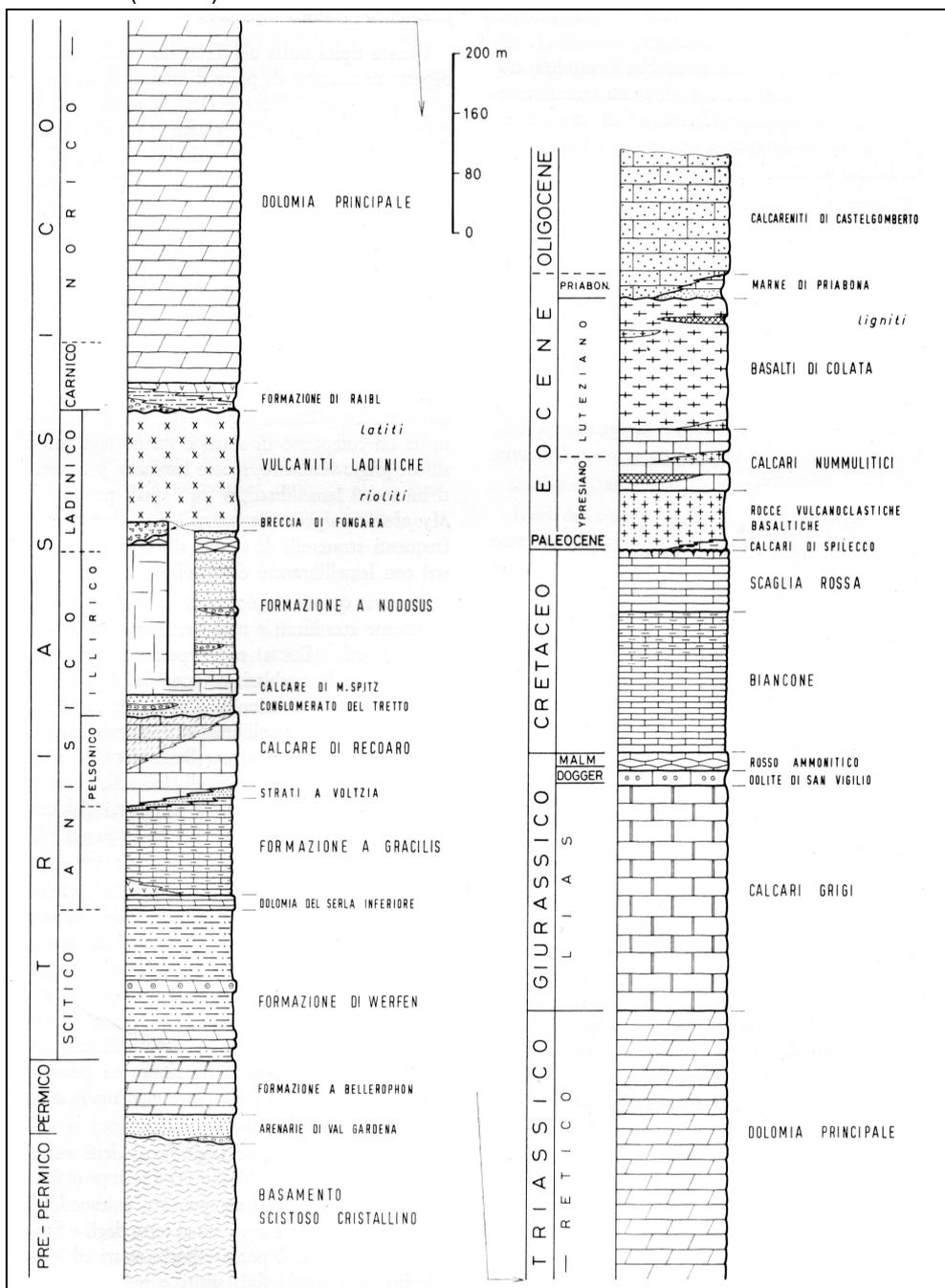
metri.

- **Formazione di Werfen.** Tale formazione affiora estesamente in tutta l'area dolomitica dove rappresenta la base della sequenza sedimentaria triassica (Scitico).

E' costituita da una sequenza di sedimenti terrigeni e terrigeno carbonatici di prevalente origine marina (siltiti micacee con banchi di calcari oolitici o con strati marnosi calcarei e dolomitici.

La stratificazione è molto netta e può essere visibile una fitta laminazione millimetrica che caratterizza i litotipi più siltosi. Questo raggiunge lo spessore di 200 metri ma può subire riduzioni di potenza in taluni casi sino a 150 metri. L'ambiente di deposizione si può considerare marino ma di bassa profondità con fenomeni di emersione ed erosione.

- **Dolomia del Serla.** Sono dolomie micritiche e siltiti arenitiche ben stratificate talora stromatolitiche di età scitico superiore-anisico inferiore. Si osserva la presenza di banchi e lenti costituiti da breccie carbonatiche. Al



toppo della formazione il passaggio con la Formazione a Gracilis risulta graduale funzione dell'aumento di frazione terrigena nei sedimenti.

Lo spessore della formazione varia tra 10 e 30 metri.

- **Formazione a Gracilis.** Si tratta di calcari siltoso-marnosi con livelli di argille gessifere e livelli argillosi e marne argillose che testimoniano la persistenza di un ambiente lagunare dominato da abbondanti depositi terrigeni fini (Anisico inferiore e medio).

La potenza complessiva dell'unità varia tra 80 e 150 m.

Al tetto della formazione sono presenti livelli di sedimenti terrigeni di origine continentale (arenarie, depositi pelitici di piana alluvionale) ed evaporitici ("Strati a Volzia").

- Calcarea di Recoaro. La formazione è costituita da un complesso di calcari, calcari marnosi e calcari dolomitici con frequenti intercalazioni pelitiche e stratificazioni aventi spessori tra 20-50 cm. Si differenzia dalla Formazione a Gracilis per il suo minor contenuto in materiale terrigeno.

La sezione sommitale è caratterizzata da facies a dolomie brune massicci e caratterizzate da vene e sacche di barite, attribuite a fenomeni di dolomitizzazione durante episodi di emersione della piattaforma carbonatica.

La potenza della formazioni si aggira attorno a 150 metri.

- Conglomerato del Tretto. La formazione si trova in rapporti di discordanza con il Calcarea di Recoaro e risulta costituita da depositi continentali di tipo fluviale formati da arenarie, marne arenacee con lenti di conglomerati poligenici e di calcari siltosi (Illirico).

La potenza media si aggira sui 30 metri.

- Calcarea di Monte Spitz. Calcarea massiccio di color bianco o localmente grigio e aspetto cristallino in facies di scogliera di spessore variabile indice dell'articolata morfologia del substrato di deposizione (Anisico superiore). La presenza di fenomeni di paleocarsismo testimonia la probabile emersione del tetto della formazione durante la fase tettonica triassica.
- Formazione a Nodosus. In eteropia con la formazione precedente si trova questa unità che presenta una certa complessità dal punto di vista litologico. È costituita da alternanze di prodotti vulcano-terrigeni, di materiali micritici mal stratificati, breccie grossolane con elementi di calcarea di M.Spitz e riolitici o di biocalcareni ben stratificate che nel loro insieme creano spessori molto variabili (Asinico superiore).

La potenza della formazione risulta a potenza variabile (tra 0 e 90) a causa dell'irregolarità del substrato su cui si deposita (Calcarea di Spitz).

- Vulcaniti ladiniche. L'intensa attività vulcanica che si sviluppò nel Ladinico superiore è rappresentata da un complesso di vulcaniti a chimismo prevalentemente acido e costituito da una vasta gamma di litotipi diversi: rioliti, daciti, latiti e prodotti vulcanoclastici frequentemente alterati in argille montmorillonitiche e vulcaniti prevalentemente acide (Ladinico).

Lo spessore delle vulcaniti risulta estremamente variabile e il valore massimo viene fissato attorno ai 170 metri per le vulcaniti acide e 200 per i termini intermedi e basici. L'ambiente di deposizione è prevalentemente di tipo subaereo.

- Gruppo di Raibl. Si tratta di conglomerati costituiti da dolomie con livelli pelitici e rioliti di ambiente alluvionale gradualmente passante a marino (Carnico) che poggiano sulle formazioni precedenti lungo una discontinuità sedimentaria che segna la presenza di un'estesa lacuna stratigrafica di base.

La potenza della formazione è mediamente dell'ordine dei 20-30 metri. La serie inizialmente a prevalenti termini clastici e conglomeratici verso l'alto presenta prevalenti termini carbonatici evaporitici e in maniera graduale passa ai potenti depositi della Dolomia Principale.

- Dolomia Principale. L'unità viene suddivisa in un due parti: la sezione inferiore è costituita da depositi di ambiente peritidale e la superiore a carattere subtidale. Sono dolomie e calcari dolomiti ben stratificati di formazione retica-carnica con spessore massimo osservato superiore a 900 metri. È possibile la presenza di una dolomitizzazione secondaria (Trias superiore).

L'unità subtidale superiore è organizzata in strati potenti sino a 3 metri di dolomie subtidali massicce. Al tetto degli strati possono essere presenti tracce di disseccamento (orizzonti a *tepee*) e sottili livelli argillosi verdastri.

La potenza stimata dai dati cartografici pubblicati (F. 36 "Schio") per il settore in oggetto si aggira sugli 800 m.

- Calcari Grigi di Noriglio. La formazione è costituita da calcari, calcari oolitici e calcareniti in strati spessi fino a due metri separati da sottili intercalazioni marnose. La stratificazione è ben evidente e come nel caso della Dolomia principale si possono notare i segni di una dolomitizzazione successiva (Lias superiore e medio).
- Rosso Ammonitico. Si tratta di calcari nodulari rossi o rosei ad ammoniti o massicci (Baiociano-Titoniano inferiore).
- Biancone. La parte inferiore della formazione è rappresentata da calcari bianchi a grana fine fittamente stratificati ricchi di lenti e noduli di selce e, superiormente, da calcari marnosi intercalati a marne e argilliti fogliettate e a strati di calcari argilloso-bituminosi (Titoniano superiore - Cenomaniano).
- Scaglia Rossa. Con transizione spesso graduale si passa dai calcari argillosi a frattura concoide del Biancone ai calcari micritici fittamente stratificati della Scaglia. Sebbene questo sia l'aspetto tipico della formazione sono presenti dei livelli calcarei biancastri simili a quelli del Biancone ma più scagliosi e con stratificazione meno netta (Turoniano-Daniano).
- Vulcanoclastiti basaltiche. Si tratta di colate basaltiche e ialoclastiti che testimoniano l'esistenza di un'attività vulcanica strettamente locale intercalate e affiancate da rocce vulcanoclastiche stratificate che rappresentano i prodotti del loro smaltellamento (Paleocene). Tra le vulcanoclastiti più recenti sono presenti basalti di colata talora alterati, breccie basaltiche, basalti alcalini talora colonnari (Eocene).
- Calcari nummulitici. Ai prodotti di origine vulcanica si intercalano e si affiancano in eteropia depositi calcarei di varia natura. La facies calcarea più frequente è rappresentata appunto dai calcari nummulitici. Si presentano abbastanza compatti di colore pressoché biancastro, spesso ben stratificati con spessori fino a 50 cm con superfici si stratificazione ondulate (Eocene medio).
- Marne di Priabona. La formazione è costituita da marne argillose e arenacee di spessore complessivo di circa a 90 metri (Eocene superiore).
- Formazione di Castelgomberto. Si tratta di calcareniti bioclastiche e nulliporiche, localmente nummulitiche, e irregolarmente stratificate e di calcari con intercalazioni marnose verso la base o calcarei arenacei del Oligocene (Oligocene).
- Arenaria di S.Urbano. La formazione è costituita da calcari nulliporici e arenarie calcaree (Miocene inferiore-Aquitano).
- Quaternario:

Le formazioni quaternarie della zona lessinea hanno genesi esclusivamente di tipo continentale.

Sono frequenti i detriti di falda e i coni detritici ai piedi dei versanti costituiti dalle formazioni calcaree che tendono ad essere particolarmente ripidi in relazione alla litologia.

In particolare il Biancone tende a dare origine a potenti depositi detritici grazie alla fittissima fatturazione che spesso presenta intrinsecamente quale fattore predisponente alla disgregazione meccanica.

A nord si riconoscono depositi di tipo morenico formati da ciottoli e blocchi immersi caoticamente nella matrice argilloso-sabbiosa.

Sono inoltre presenti coperture detritiche di frana formate da ciottoli di grosse dimensioni e da massi (Conca di Recoaro).

I depositi di pianura sono in gran parte costituiti da alluvioni terrazzate, e in particolare alluvioni grossolane.

La morfologia della pianura sottostante i rilievi lessinei è fortemente influenzata dalla conoide fluvio-glaciale dell'Adige, che si spinge sino a sfiorare i rilievi dei Colli Berici.

I materiali che la costituiscono sono per la maggior parte grossolani e spesso presentano struttura stratificata. Litologicamente sono calcari chiari, dolomie e rioliti.

Come si deduce dagli studi stratigrafici eseguiti in passato la vecchia conoide dell'Adige deve aver sbarrato lo sbocco delle valli che scendono dai Lessini.

La conoide è risalita talora per un certo tratto causando la formazione di bacini lacustri poi colmati da depositi argilloso-torbosi.

Nel caso del F. Agno-Guà, in particolare, sopra questi livelli si sono depositate le alluvioni grossolane del corso d'acqua secondario, che hanno potuto divagare ampiamente al di sopra dell'antica barriera costruita dalle antiche alluvioni fluvio-glaciali.

I sistemi alluvionali di fondovalle, rappresentati da materiali sciolti di pezzatura variabile dalle ghiaie, alle sabbie fino ai limi ed alle argille costituiscono il serbatoio idrogeologico di maggiore rilevanza³ quali-quantitativa per quanto attiene il dominio del Progetto Giada.

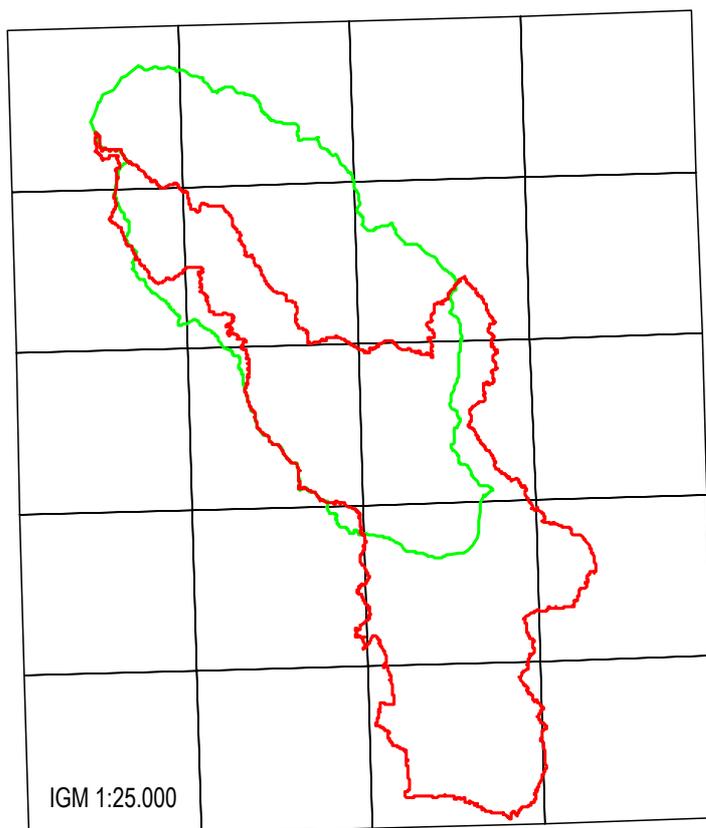
³ anche con riferimento al grado di sfruttamento attuato

3. L'AREA DI INDAGINE

3.1. DOMINIO DI INDAGINE

L'analisi si è sviluppata considerando ambiti geografici differenti in base alla tipologia del dato trattato. Nella figura sottostante sono rappresentate le differenti scale di indagine:

- **“Area Giada”**: comprende il territorio amministrativo di competenza del Progetto afferente ai sottoelencati comuni⁴:
Alonte, Altissimo, Arzignano, Brendola, Castelvetro, Chiampo, Crespadoro, Gambellara, Lonigo, Montebelluna Vic., Montebelluna M., Montebelluna, Nogarole, San Pietro Mussolino, Sarego, Trissino, Zermeghedo.
- **“Dominio Giada”**: la definizione di un “dominio” più ampio rispetto all’ “area” Giada è stata una scelta obbligata sia per ottenere la distribuzione nel territorio di alcune variabili come la pluviometria o la termometria, sia per verificare l'eventuale migrazione di composti chimici rilasciati con gli scarichi delle attività produttive verso i sistemi confinanti di Almisano e di Arcole-Zimella-San Bonifacio.
Il “dominio” di indagine coincide in tal senso con il territorio rappresentato in cartografia da un settore rettangolare costituito dalle 20 tavolette IGM alla scala 1.25.000 (cfr. figura a lato – reticolo di colore nero).
- **Area del Bilancio**. Per la caratterizzazione dei parametri del bilancio idrogeologico di FASE 1 l'attenzione è stata focalizzata nella parte di dominio a nord del limite delle risorgive⁵.
La scelta è stata dettata dalle limitazioni presenti in campo conoscitivo, rimandando una più puntuale stima del bilancio ad approfondimenti successivi.
Pur con le limitazioni riconducibili alla carenza di dati ed informazioni, la determinazione del bilancio nel settore settentrionale permette comunque di trarre alcune importanti considerazioni anche sul settore meridionale.



⁴ di ampiezza pari a 340 Km² ca., con una popolazione residente pari a 116.000 abitanti

⁵ individuabile dall'allineamento Zermeghedo-Montebelluna M.

4. ORGANIZZAZIONE E TRATTAMENTO DEI DATI IN AMBIENTE GIS

4.1. GENERALITÀ

L'estensione geografica dell'ambito di indagine ha imposto sin dalle prime fasi di lavoro l'utilizzo di tecnologie GIS per la

- gestione,
- l'elaborazione
- e l'archiviazione

delle informazioni a contenuto territoriale raccolte.

Il database (DB) che viene fornito con la relazione conclusiva⁶ contiene sia i dati di interesse acquisiti ai fini di progetto sia i modelli numerici prodotti, frutto delle elaborazioni condotte in fase di analisi e preprocesso.

Sulla base di questa prima distinzione le informazioni contenute nel dataset vengono suddivise in due categorie principali:

- dati di base,
- modelli numerici e cartografia parametrica.

I dati di base sono costituiti, oltre che dalla cartografia topografica di riferimento, da tutte le altre informazioni raccolte in maniera diretta, quali ad esempio le informazioni su pozzi per approvvigionamento idrico raccolte attraverso campagna rilievi GPS ad opera della Provincia di Vicenza, o provenienti da fonti di varia natura (bibliografiche, cartografia geologica ed idrogeologica, dati ricavati da archivi pubblici e/o privati).

I modelli numerici (in formato *raster matrix*) rappresentano il frutto di elaborazioni ed interpolazioni eseguite su dati di base in fase di analisi e costituiscono di fatto un dato derivato. A questa categoria appartengono ad esempio le mappe (modelli raster tematizzati) di distribuzione della piovosità media annua, delle temperature, dell'infiltrazione etc.

Il DB_IDROGEO_GIADA costituisce, in riferimento al territorio interessato ed allo stato attuale delle indagini, un aggiornato ed ampio archivio di dati territoriali, che si pone come supporto conoscitivo fondamentale per la gestione delle risorse idriche.

Come a seguire specificato persistono relativamente a talune tematiche alcune criticità e/o lacune conoscitive che andranno colmate nel prosieguo delle ricerche. La struttura modulare del DB, consente in ogni caso di operare con facilità implementazioni ed aggiornamenti del quadro informativo.

In quest'ottica, l'inserimento e l'elaborazione dei dati che tuttora risultano carenti⁷ ai fini di una modellizzazione esaustiva del sistema geoidrologico locale, potranno fare del DB un valido e concreto supporto alle operazioni di pianificazione.

⁶ in seguito denominato DB_IDROGEO_GIADA

⁷ quali ad esempio dati reali sui prelievi idrici in falda

I paragrafi che seguono hanno lo scopo di illustrare il contenuto informativo del database ed il flusso di lavoro adottato per la sua costruzione.

Viene descritta al contempo la struttura dell'archivio digitale, il formato dei *files* e le modalità di acquisizione dei dati in esso contenuti.

4.2. FLUSSO DI LAVORO

Il flusso di lavoro seguito nella creazione del DB_IDROGEO_GIADA può essere sintetizzato nei seguenti punti:

- 1) scelta del sistema di riferimento, georeferenziazione e controllo della cartografia di base,
- 2) acquisizione dei dati di interesse,
- 3) normalizzazione del DB (epurazione da informazioni ridondanti), validazione e scrittura metadati,
- 4) elaborazioni, produzione di cartografia tematica e parametrica,
- 5) organizzazione dell'archivio e predisposizione della banca dati all'utenza.

4.2.1. SCELTA DEL SISTEMA DI RIFERIMENTO, GEOREFERENZIAZIONE E CONTROLLO DELLA CARTOGRAFIA DI BASE

In questa fase sono state acquisite tutte le fonti cartografiche di base relative al "dominio Giada" ritenute di interesse ed in particolare:

- Cartografia CTR in scala nominale 1:5.000 in formato vector (DXF),
- Cartografia CTR in scala nominale 1:10.000 in formato raster,
- Ortofoto digitali in scala nominale 1:10.000 (risoluzione 1pixel/metro),
- Cartografia IGM in scala 1:25.000 e 1:50.000.

Basi cartografiche CTR e ortofoto sono state fornite in formato digitale dall'Amministrazione Provinciale; la cartografia IGM è stata acquisita tramite scansione (300 dpi) delle mappe cartacee e successiva georeferenziazione su otto punti di controllo ed errore sui GCP inferiore ad 1 pixel.

Tutta la cartografia è georiferita nel sistema di coordinate piane GAUSS-BOAGA .

Per facilitare la consultazione della cartografia digitale sono quindi stati creati opportuni quadri cartografici di riferimento in formato vettoriale.

Altre informazioni di base quali limiti amministrativi comunali, reticolo idrografico, centro dei comuni ecc. sono state messe a disposizione dall'Amministrazione Provinciale di Vicenza e completano il quadro cartografico di riferimento.

Le informazioni cartografiche di interesse sono archiviate nella cartella **13_BASI topografiche** contenuta nell'allegato CD.

Il quadro conoscitivo della geografia e orografia del territorio è arricchito da un modello numerico del terreno (DTM, posizione archivio:\IDROGEO_DB_GIADA\13_BASI_TOPOGRAFICHE) ricavato tramite vettorizzazione di basi cartografiche IGM e successiva interpolazione su maglia di 10 m.

Si è omesso l'inserimento nell'archivio topografico delle ortofoto digitali e della cartografia CTR 1:5.000 e 1:10.000 già in possesso dell'Amministrazione Provinciale.

4.2.2. ACQUISIZIONE DEI DATI DI INTERESSE

L'acquisizione dei dati territoriali di interesse è avvenuta secondo diverse modalità e tempistiche.

Il materiale già esistente su supporto digitale è stato convertito in formati compatibili, controllato e quindi importato nell'archivio.

Le informazioni di natura cartografica quali ad esempio la cartografia geologica, idrogeologica e della vulnerabilità sono state acquisite ex-novo tramite scansione di mappature pubblicate, georeferenziazione e successiva vettorializzazione per tematismi di interesse.

Dati di natura puntuale o assimilabili, quali ubicazione di pozzi, sondaggi stratigrafici, sorgenti e altri sono stati in buona parte acquisiti tramite l'inserimento delle informazioni di interesse e di posizione (coordinate) all'interno di tabelle di database opportunamente create (cfr. catasto pozzi CNR – Provincia di Vicenza).

La posizione di parte dei pozzi per prelievo idrico contenuti nel database è stata acquisita, come già detto, tramite rilievi GPS dalla Provincia di Vicenza; si è provveduto in questo caso alla necessaria trasformazione di coordinate dal sistema WGS84 al sistema nazionale ROMA 40 e successiva proiezione in coordinate piane GAUSS-BOAGA.

4.2.3. NORMALIZZAZIONE DEL DB , VALIDAZIONE E SCRITTURA METADATI

L'intero dataset acquisito è stato sottoposto a procedure di normalizzazione e validazione dei dati con lo scopo di eliminare informazioni ridondanti o non coerenti.

In questa fase sono state definite sia la struttura attuale delle tabelle di attributi alfanumerici che le relazioni tra i dati (sia spaziali che di natura alfanumerica).

I dati vettoriali sono stati suddivisi in livelli tematici (o strati informativi) a seconda della tipologia della rappresentazione geometrica (punti, linee, aree) e della natura dei dati contenuti.

Per ogni strato informativo sono state prodotte delle informazioni descrittive (metadati) sotto forma di schede di testo contenenti informazioni per esempio su:

- origine (fonte) del dato,
- modalità di acquisizione,
- accuratezza,
- data di aggiornamento,
- estensione spaziale (in rapporto al "dominio" GIADA).

4.2.4. ELABORAZIONI E PRODUZIONE DI CARTOGRAFIA TEMATICA E PARAMETRICA

Come a seguire dettagliato molte delle operazioni analitiche effettuate sono state condotte tramite procedure di raster-algebra su modelli numerici a scala territoriale in formato matrix (griglie monoparametriche a maglia quadrata).

I modelli numerici alla base di tali elaborazioni sono stati ottenuti tramite interpolazione di dati vettoriali di tipo:

- puntuale (es. dati pluviometrici),
- lineare (es. DTM ottenuto da interpolazione di curve di livello vettoriali)
- o areale (carte parametriche estrapolate da cartografia geolitologica).

4.2.5. ORGANIZZAZIONE DELL'ARCHIVIO E PREDISPOSIZIONE DELLA BANCA DATI ALL'UTENZA

La base dati prodotta è stata ottimizzata per la consultazione, la ricerca e l'estrazione di informazioni.

La lettura del dato viene facilitata tramite alcune tematizzazioni predefinite e da un archivio per le espressioni di interrogazione più frequenti.

L'organizzazione e la struttura delle cartelle sono pensate ed ottimizzate per l'utilizzo in ambiente ESRI ArcView Gis 3.x.

Tutti i dati contenuti sono leggibili senza l'utilizzo di particolari estensioni, a tal fine infatti i modelli numerici raster matrix sono stati convertiti in griglie vector e files *.txt.

4.3. BANCA DATI

4.3.1. GENERALITÀ

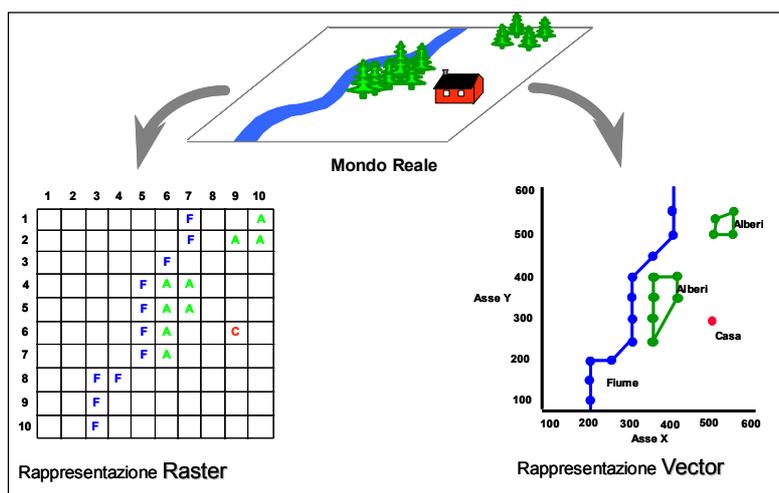
La banca dati fornita in allegato contiene tutte le informazioni fondamentali raccolte ed elaborate ai fini di progetto.

L'archivio DB_IDROGEO_GIADA contiene tre tipologie fondamentali di dati:

- dati vettoriali;
- dati alfanumerici;
- dati raster matrix e immagini.

Nei dati vettoriali, alla componente geometrica (cartografica), si collegano una o più tabelle di attributi alfanumerici contenenti le informazioni descrittive quantitative di interesse.

L'archivio dei dati vettoriali e alfanumerici è organizzato in strati informativi e consiste in un insieme di livelli cartografici suddivisi per tipologia del dato contenuto e per formato.

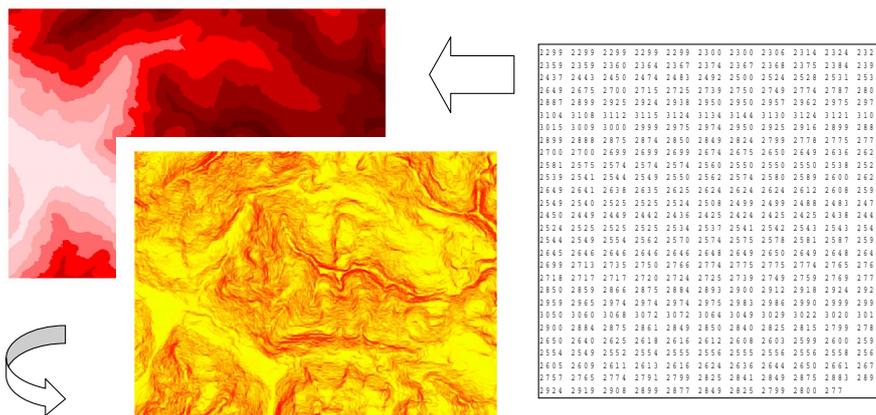


Ogni strato informativo è espresso da uno o più file, la **tabella sottostante** riporta l'elenco degli strati informativi vettoriali contenuti nel DB e ne fornisce una sintetica descrizione.

I dati vettoriali vengono forniti in formato di interscambio *esri shape*, le informazioni alfanumeriche in formato *.dbf, *.mdb e *.xls.

I dati in formato raster matrix (grid esri), come detto sopra, sono il frutto di elaborazioni geostatistiche e di interpolazioni condotte sul dataset vettoriale.

Derivano a loro volta dalle griglie raster vari *contourig* (isolinee) calcolati per alcuni parametri di interesse (temperatura, piovosità, infiltrazione, evapotraspirazione) e forniti in formato vettoriale.



Strato	Descrizione	Geometria della rappresentazione cartografica	DB e tabelle secondarie collegate	Posizione archivio
Risorse_giada	Pozzi e sorgenti presenti nell'area GIADA	punto		\\DROGEO_DB_GIADA\1_RISORSE
stazioni_pluvio_termo	Posizione geografica ed informazioni generali sulle stazioni termopluviometriche GIADA	punto	<u>staz_pluvio_termo.mdb</u> : (archivia i valori medi mensili di piovosità e temperature) le tabelle contenute possono essere collegate tramite chiave primaria al file	\\DROGEO_DB_GIADA\2_termopluviometria
isoiete_giada	piovosità media annua (mm/anno)	polilinea		\\DROGEO_DB_GIADA\2_termopluviometria
isoterme_giada	temperatura media annua (C°)	polilinea		\\DROGEO_DB_GIADA\2_termopluviometria
piov_efficace	piovosità efficace media annua (mm/anno)	polilinea		\\DROGEO_DB_GIADA\2_termopluviometria
evapotrasp_giada	evapotraspirazione media annua (mm/anno)	polilinea		\\DROGEO_DB_GIADA\2_termopluviometria
stazioni_idrometriche_giada	Posizione geografica e informazioni sulle informazioni idrometriche di misura GIADA	punto		\\DROGEO_DB_GIADA\3_idrometria_idrografia
idrom_idrograf_giada	Grafo topologico delle rete idrografica, la tabella di attributi contiene informazioni su nome delle aste e portate per i tratti monitorati	polilinea		\\DROGEO_DB_GIADA\3_idrometria_idrografia
bacini_idrografici_giada	Bacini idrografici dell'area GIADA	poligono		\\DROGEO_DB_GIADA\3_idrometria_idrografia
isofreatiche_giada	Isofreatiche (m s.l.m.)	polilinea		\\DROGEO_DB_GIADA\4_elem_idrogeologici
risorgive_giada	Limite superiore delle risorgive	polilinea		\\DROGEO_DB_GIADA\4_elem_idrogeologici
geolito_giada	Costituzione geolitologica del substrato lapideo e dei depositi quaternari	poligono		\\DROGEO_DB_GIADA\5_geolito
lineamenti_tettonici_giada	Lineamenti tettonici principali e sistemi di fratturazione	polilinea		\\DROGEO_DB_GIADA\5_geolito
permeabilita_classi	Carta della permeabilità qualitativa	poligono		\\DROGEO_DB_GIADA\5_geolito
zone_industriali_giada	Zone industriali da pianificazione	poligono		\\DROGEO_DB_GIADA\6_elementi_antropici

Relazione conclusiva

disc_giada	territoriale Discariche presenti	poligono		\\IDROGEO_DB_GIADA\6_elementi_antropici
depurat_giada	Depuratori presenti	poligono		\\IDROGEO_DB_GIADA\6_elementi_antropici
uso_suolo_giada	Carta della copertura del suolo su classi semplificate, ricavata da classificazione di immagini satellitari landsat (anno 2002)	poligono		\\IDROGEO_DB_GIADA\6_elementi_antropici
spartiacque_in_out		poligono		\\IDROGEO_DB_GIADA\7_infiltrazione
buff_faglie		poligono		\\IDROGEO_DB_GIADA\7_infiltrazione
lito_faglie		poligono		\\IDROGEO_DB_GIADA\7_infiltrazione
infiltrazione_contours		polilinea		\\IDROGEO_DB_GIADA\7_infiltrazione
pozzi_monitoraggio	Posizione geografica e informazioni correlate pozzi campionamento per analisi chimiche acque		dati_analisi_cin.dbf : tabella valori analisi acque effettuate nell'ambito del progetto GIADA, collegamento con chiave primaria al dato di posizione geografica. dati_analisi_cin : tabella analisi totali effettuate sui pozzi dell'area giada, grafici correlati	\\IDROGEO_DB_GIADA\8_analisi
episodi_inq_falda	Episodi di inquinamento storici documentati per l'area giada	poligono		\\IDROGEO_DB_GIADA\9_episodi_inquinamento
q_m3_pz_fondovalle	Portate emunte dalle aree di fondovalle (pozzi di fondovalle aggregati a scala comunale)	poligono	q_pozzi_2002_comuni.dbf : totale emunto aggregato su base comunale comunale (m3/anno)	\\IDROGEO_DB_GIADA\10_consumi
vulnerabilita_giada	Vulnerabilità intrinseca (qualitativa) verticale degli acquiferi freatici infravallivi e di pianura dell'area GIADA	poligono		\\IDROGEO_DB_GIADA\11_vulnerabilita
deep_substrato_giada	Profondità del substrato dedotta oricavata da informazioni stratigrafiche	punto		\\IDROGEO_DB_GIADA\12_substrato
isobate_mslm	Isobate del substrato lapideo (vettorializzazione scansioni cartografia archivio sinergeo)			\\IDROGEO_DB_GIADA\12_substrato

4.3.2. DESCRIZIONE DEL CONTENUTO INFORMATIVO ALFANUMERICO

Le **tabelle** che seguono descrivono il contenuto informativo dei files vettoriali relativi ai tematismi di principale interesse e delle eventuali tabelle secondarie collegate.

Risorse giada/ Risorse giada.dbf				
campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
COD_ORIG	Codifica dell'archivio originario da cui			

Relazione conclusiva

	provengono le informazioni			
CODICE	Codice della risorsa presente nell'archivio originario			
COMUNE	Nome del comune			
EST	Coordinata Est in metri (GAUSS BOAGA)			
NORD	Coordinata NORD in metri (GAUSS BOAGA)			
INDIRIZZO_	Indirizzo collocazione risorsa			
TITOLARE_P	Titolare o proprietario della risorsa			
ANNO_PERF	Anno di perforazione del pozzo			
MESI_PRELI	Mesi in cui avviene il prelievo idrico			
GG_PRELIEV	Giorni all'anno in cui è previsto il prelievo			
ORE_GIORNO	Ore al giorno di prelievo idrico			
H_PZ_	Livello piezometrico della falda (in metri)			
QUANT_MEDI	Quantità giornaliera media estratta			
USO	Tipologia di uso			
CODTIPO	Classifica le risorse in "pozzi" e "sorgenti"		pozzo sorgente	
RISORSA	Nome in uso della risorsa			
Q_MIN_P	Portata minima (l/s)			
Q_MED_P	Portata media (l/s)			
Q_MAX_S	Portata massima (l/s)			
PROFOND	Profondità pozzo in metri			
ID_POINT	Identificativo univoco del punto risorsa, codice combinato originato dalla somma di COD_ORIG+CODICE			
STRATIGR	Si/no indica se esiste una stratigrafia in archivio per il pozzo considerato			
Q_M3_1	Emungimento annuo in m3 (fonte dati Provincia di Vicenza)			
Q_TOT_1M3A	Emungimento annuo in m3 (dato precedente integrato da ulteriori informazioni)			
SUBSTRATO	Litologia del substrato (estratta da Geolito_giada)			
COD_ISTAT	Codice istat del comune			

1 Risorse giada/ stazioni pluvio termo.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
X_COORD	coordinata X (metri)			
Y_COORD	coordinata Y(metri)			
COD_TIPO	codice identificativo del tipo di stazione		P=stazione pluviometrica T=stazione termometrica PT=stazione	

Relazione conclusiva

			termopluviometrica	
INIZ_OSS_P	anno inizio osservazione precipitazioni			
FINE_OSS_P	anno fine osservazione precipitazioni			
INIZ_OSS_T	anno inizio misurazione temperature			
FINE_OSS_T	anno fine osservazione temperature			
OSS_MANC_P	anni osservazioni mancanti precipitazioni			
COD_STAZ	codice identificativo stazione (chiave primaria)			
NOME	Nome stazione di misura			
OSS_MANC_T	anni osservazioni mancanti temperature			

2_termopluviometria/ isoiete_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Pluvio_mm	piovosità media annua (mm)			

2_termopluviometria/ isoterme_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
T	temperatura media annua (C°)			

2_termopluviometria/ evapotrasp_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Evapotr_mm	evapotraspirazione media annua (mm)			

2_termopluviometria/ piov_efficace_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
P_eff_giada	Piovosità efficace annua (mm)			

3_idrometria_idrografia/ stazioni_idrometriche_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
NOME	Nome stazione idrometrica			
LOCALITA	toponimo località geografica di riferimento			
FIUME	fiume di pertinenza		Agno-Guà Chiampo	
BACINO	bacino idrografico			
Q_160389	portata misurata il 16.03.89 (m3/s)			
Q_120589	portata misurata 12.05.89 (m3/s)			
Q_230491	portata misurata 23.04.91 (m3/s)			
Q_230492	portata misurata 23.04.92 (m3/s)			

3_idrometria_idrografia/ idrom_idrograf_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
TRATTO	nome del tratta di riferimento delle misure idrometriche			
LUNGH_M	lunghezza in m dell'asta			

Relazione conclusiva

BACINO	bacino idrografico		Agno_guà	
TRATTO_MIS	individua le aste sottoposte a misura idrometrica		Chiampo	
QM3S_23492	portate alla data di riferimento in m3/s		si= asta in misurazione no= asta priva di misurazioni	
QLXKM23492	portate alla data di riferimento in m3/s			
PN_23492	portate alla data di riferimento in m3/s			
QM3S23491	portate alla data di riferimento in m3/s			
QLXKM23491	portate alla data di riferimento in m3/s			
PN_23491	portate alla data di riferimento in m3/s			
QM3S_12589	portate alla data di riferimento in m3/s			
QLXKM12589	portate alla data di riferimento in m3/s			
PN_12589	portate alla data di riferimento in m3/s			
QM3S12389	portate alla data di riferimento in m3/s			
QLXKM12389	portate alla data di riferimento in m3/s			
PN_12389	portate alla data di riferimento in m3/s			
NOME_ASTA	Nome (toponomastica igm - ctr) dell'asta idrografica			

3_idrometria_idrografia/ bacini_idrografici_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Nome	Nome bacino idrografico			
Sup_ha	superficie bacino idrografico in ettari			

4_elem_idrogeologici/ isofreatiche_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
COD_MACRO	classifica le isofreatiche in principali (10 m) e ausiliarie (5 m)		aus=ausiliaria princ=principale	
Z_M_SLM_	quota in metri s.l.m			
ORIG_DATO	documento da cui prende origine il dato vettoriale			
SC_ACQUISI	scala nominale dei documenti cartacei originali			

4_elem_idrogeologici/ Risorgive_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Layer	linea delle risorgive superiore			

5_geolito/geolito_giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Aea	Area del poligono in m			

Relazione conclusiva

Litologia	litologia del substrato e delle coperture quaternarie		<u>all_fini</u> = depositi alluvionali fini <u>all_gros</u> = depositi alluvionali grossolani <u>calc_comp</u> = calcari compatti <u>calc_strat</u> = calcari stratificati <u>colluvio</u> =coperturei eluvio-colluviali <u>detrito</u> =depositi detritici indifferenziati <u>lave</u> = lave e vulcaniti in genere <u>mam_aren</u> =mame e arenarie <u>metam</u> =basamento cristallino filladico <u>Tufiti</u> =tufiti	
Origine	documento da cui prende origine il dato vettoriale			

5_geolito/ Permeabilita classi.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Class_perm	classi qualitative di permeabilità		1= impermeabile 2=poco permeabile 3=semipermeabile 4=permeabile	

5_geolito/ lineamenti tettonici giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
SCALA	Scala nominale dei documenti originali			
L_M	lunghezza in metri del lineamento			
ORIGINE	documento di origine del dato			

6_elementi antropici/ zone industriali giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Fonte_dato	origine del del dato digitale			

6_elementi antropici/ disc giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
categoria	categoria discarica		1° 2° 2B nd=non definita	

6_elementi antropici/ Depuratori giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Gestore	ente gestore dell'impianto			
Ab_eq	numero di abitanti equivalenti di pertinenza			
Ricettore	Corso d'acqua ricettore dei reflui			
denominazi	nome impianto		1	

6_elementi antropici/ Uso suolo Giada.dbf

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Ettari	superficie in ettari delle		abitato	

Relazione conclusiva

	parcelle classificate		acqua agricolo alveo bosco prato nuvole non classificato suolo nudo	
C_istat	codice istat del comune di pertinenza			
Desc_leg	Classe di uso del sulo			
Anno	anno di riferimento della classificazione		1	

[8_Analisi/ Pozzi_monitoraggio.dbf](#)

Estrazione dallo strato Risorse_giada dei punti di interesse, mantiene gli stessi campi di attributi fondamentali

[8_Analisi/ dati_analisi_cin.dbf](#)

Tabella contenente i dati delle analisi effettuate per tutti i parametri di interesse, il campo "Codice_pz" costituisce la chiave di collegamento al dato geografico espresso dallo strato "Pozzi_monitoraggio"

[8_Analisi/analisi_giada.xls](#)

tabelle e grafici relativi alle analisi storiche ed effettuate nell'ambito del progetto GIADA

[9_episodi_inquinamento\Episodi_inq_falda.dbf](#)

campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
COMUNE	comuni interessati dall'episodio di inquinamento			
FONTE_DATI	fonte/origine del dato			
INQUINANTE	sostanza inquinante			
SORG_INQ	sorgente dell'inquinamento			
SEGNALAZI	anno prima segnalazione			
INIZ_PROC	anno inizio processo			
FINE_PROC	anno fine processo			
CONC_MAX	concentrazioni massime rilevate			
POS_IDROG	posizione idrogeologica/tipo acquifero interessato			
L_PENN_KM_	lunghezza del pennacchio inquinante in km			
LA_PEN_KM_	larghezza del pennacchio inquinante in km			
DANNI	danni registrati			
AREA_KMQ	area interessata in kmq			
ORIG_DATO	fonte bibliografica del dato			
SC_ACQUISI	scala nominale di acquisizione cartografica			

[10_consumi/ q_m3_pz_fondovall.dbf](#)

CODISTAT	codice istat comune			
NOME	nome comune			
Q_M3_ANNO	portata emunta in m3/anno			
TOT_GIADA	portata totale emunta per il bacino giada			
PERC_GIADA	portata % emunta			

[10_consumi/ q_pozzi_2002_comuni.dbf](#)

sommatoria su base comunale delle portate emunte in m3/anno per tutti i comuni del dominio Giada

11_11_vulnerabilita/ Vulnerabilità_Giada.dbf				
campo	Descrizione campo	Formato	Dizionario attributi	note
Risch	classificazione della vulnerabilità			
origine_dato	fonte bibliografica del dato originale			
Scala_acquisizi	Scala nominale dei documenti cartacei di partenza			

4.3.3. GRIGLIE

Per la definizione del sistema, una parte delle informazioni disponibili è stata organizzata attraverso modelli numerici in formato grid esri (griglie raster matrix).

Le griglie sono state realizzate attraverso interpolazioni di natura geostatistica partendo dai dati vettoriali ed alfanumerici di base.

Si tratta in sostanza di dati raster in cui alla cella (pixel) può essere attribuito un valore di un qualsiasi parametro fisico calcolato o misurato.

Sono state realizzate le seguenti mappe in formato grid:

- temperatura: le informazioni di base provengono dagli Annali Idrologici del periodo di riferimento;
- evapotraspirazione: ricavata dall'elaborazione dei dati di precipitazioni e di temperatura media utilizzando la formula di Turc;
- precipitazione efficace: realizzata come differenza tra la precipitazione e i quantitativi ottenuti dal calcolo dell'evapotraspirazione.
- infiltrazione e infiltrazione media: calcolo dei quantitativi che effettivamente contribuiscono ad alimentare il sistema idrogeologico; calcolato utilizzando i valori di precipitazione efficace e i parametri ottenuti dallo studio sulla permeabilità dei terreni affioranti e sui sistemi di fratturazione principali;
- densità dei pozzi: griglia che permette di focalizzare l'attenzione sulla distribuzione dei pozzi all'interno dell'area analizzata.

La lettura e l'elaborazione dei modelli numerici in formato grid può richiedere l'utilizzo di specifici software, per tale motivo, per i dati di maggiore interesse sono stati realizzati opportuni *contouring* in formato vettoriale di interscambio.

Per lo stesso motivo sono state inoltre esportate alcune mappe in formato *.jpg di immediata lettura.

5. IDROGEOLOGIA

Nei paragrafi seguenti vengono brevemente presentati i temi di studio approfonditi per l'analisi del bilancio idrico entro il dominio del comparto Giada.

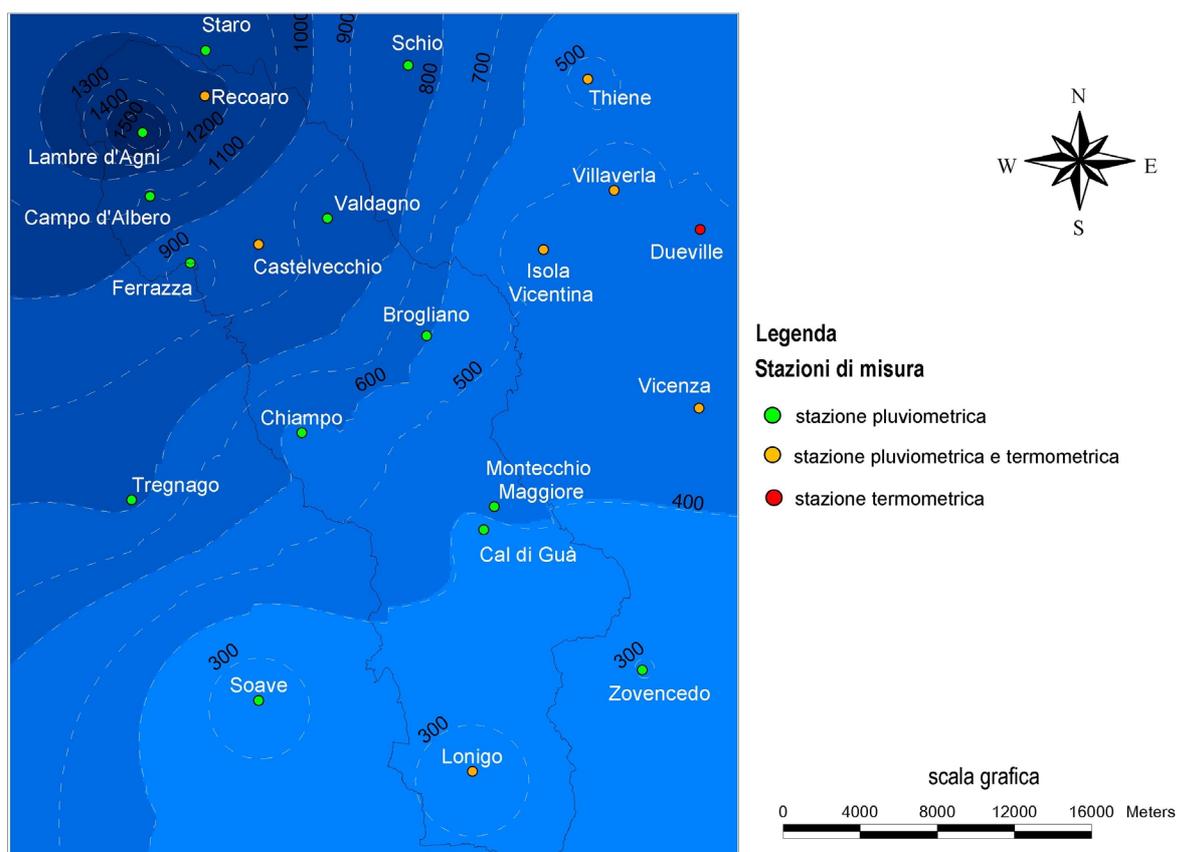
Per ognuno degli elementi di bilancio vengono schematizzati i dati di partenza utilizzati, le successive elaborazioni svolte, i risultati preliminari ottenuti e restituiti in forma grafica e/o numerica ed i limiti derivanti dalla incompletezza delle informazioni o da altri fattori di criticità.

La relazione propone inoltre alcune indicazioni sulla necessità di integrare il quadro conoscitivo attraverso acquisizioni sperimentali, fornendo, ove possibile, una prima stima di priorità.

5.1. PLUVIOMETRIA E TERMOMETRIA

▪ Informazioni di partenza:

Si sono raccolti e informatizzati i dati pluviometrici e termometrici degli Annali Idrologici del Magistrato alle Acque di Venezia riferiti al periodo tra il 1985 e il 1995, per un gruppo di stazioni ritenute significative e rappresentative dell'areale di progetto. La **figura** seguente illustra le



precipitazioni efficaci derivate dai dati medi annui sul periodo.

▪ Elaborazioni:

I dati sono stati elaborati utilizzando i valori medi mensili e annuali del decennio.

Le stazioni di misura sono state georeferenziate per assegnare la dimensione spaziale al dato derivato.

Considerando la distribuzione ed il numero delle stazioni di misura si è adottato come interpolatore un algoritmo di *contouring* basato sulla media pesata secondo l'inverso della distanza.

Lo stesso metodo è stato applicato ad altre variabili del sistema al fine di uniformare il trattamento di insieme dei dati.

▪ **Risultati:**

Sono state prodotte carte della distribuzione delle precipitazioni e delle temperature nell'intero dominio Giada: le elaborazioni sono state finalizzate alla stima delle precipitazioni efficaci, che rappresentano l'input sostanziale per il sistema geoidrologico locale.

▪ **Limiti:**

Si rileva che le stazioni termometriche sono poche soprattutto per quel che riguarda la zona meridionale dell'area, in cui l'unico punto di misura è ubicata a Lonigo.

▪ **Indicazioni:**

E' auspicabile l'acquisizione dei dati di almeno una stazione di misura termometrica aggiuntiva nel settore meridionale: la priorità di questa attività è media-bassa dal momento in cui la pluviometria incide sulla risorsa idrica sotterranea soprattutto nel settore di monte, ove di fatto si esplica la ricarica.

5.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

▪ **Informazioni di partenza:**

In sostanza il dato di base è rappresentato dai seguenti supporti cartografici tematici:

- Carta geolitologica del PTP della provincia di Vicenza
- Carta geologica (alla scala 1:100.000 foglio Verona Est e Schio, alla scala 1:250.000, Veneto)

▪ **Elaborazioni:**

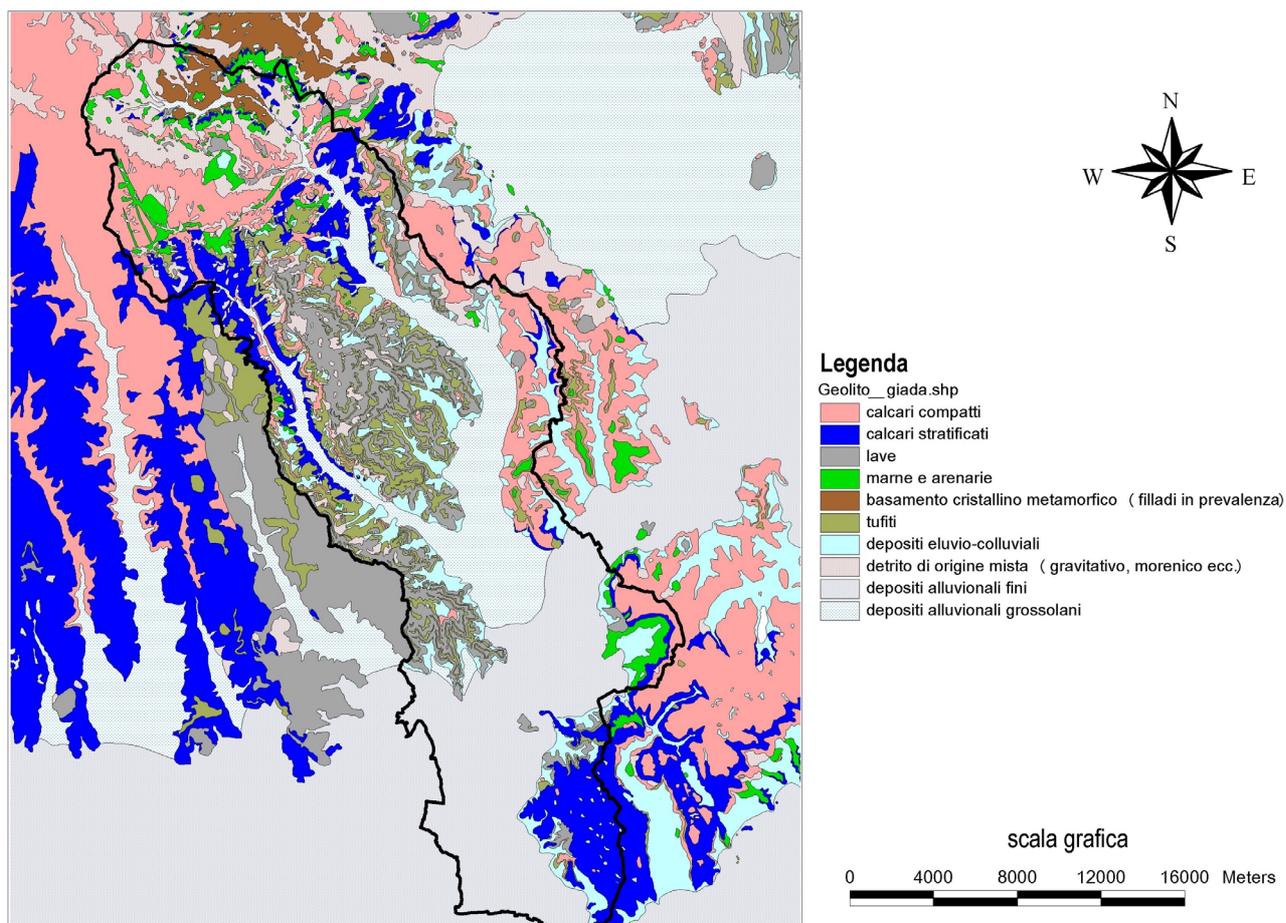
Si è realizzata la carta geolitologica per l'intero dominio di indagine. Le informazioni ricavate dal PTP, fornite dall'Amministrazione Provinciale, si estendono sino ai limiti provinciali. Per completare il quadro geologico sono stati necessari due passaggi fondamentali. Inizialmente le carte geologiche in formato cartaceo disponibili sono state georeferenziate: utilizzando questa base è stato possibile digitalizzare le formazioni geologiche mantenendo l'informazione spaziale.

In una seconda fase si è effettuata l'omogeneizzazione dei dati. L'operazione è fondamentale poiché il PTP oltre ai caratteri geologici generali valuta anche l'aspetto litologico-tecnico. Tale elaborazione, di impronta applicativa, costituisce un ulteriore passaggio rispetto alla Carta Geologica s.s., che è basata su una classificazione di tipo formazionale-cronostratigrafica.

▪ **Risultati:**

Si è realizzata la carta geolitologica per l'intero dominio del Progetto Giada. Considerata la tipologia delle osservazioni da effettuare, si è preferito mantenere il carattere geolitologico del PTP perché aggiunge l'informazione della tipologia del materiale e permette di trarre considerazioni più corrette nell'ambito idrogeologico.

Il dato elaborato è restituito in forma digitale ed è georeferenziato. Nella **figura** riportata a seguire si illustra l'assetto geologico del dominio esaminato.



- **Limiti:**
 La metodologia adottata per la realizzazione del tema litologico comporta che i due settori della carta derivati dalle differenti fonti del dato siano realizzati a scale diverse.
 Il settore ricadente nel territorio della provincia di Vicenza risulta avere, in effetti, maggior dettaglio di quello veronese.
- **Indicazioni:**
 Dalle attività di FASE 1 emerge l'opportunità di acquisire cartografie a scala di maggiore precisione per una migliore definizione dell'aspetto geologico: la priorità dell'integrazione proposta è ancora di tipo media-bassa, potendosi prospettare una implementazione a lungo termine degli elementi suddetti.
 Si è del parere che il quadro conoscitivo sviluppato, anche se ottimizzabile, è consistente e rappresentativo se rapportato con la scala di indagine per cui a tutt'oggi lo si valuta sufficiente per procedere con le fasi di lavoro seguenti.

5.3. PERMEABILITÀ ED INFILTRAZIONE

- **Informazioni di partenza:**
 Il dato di base è costituito dalla Carta geolitologica e dalla scala dei valori del coefficiente medio di infiltrazione dei terreni, derivata da precedenti esperienze classificative realizzate sul territorio nazionale.

▪ **Elaborazioni:**

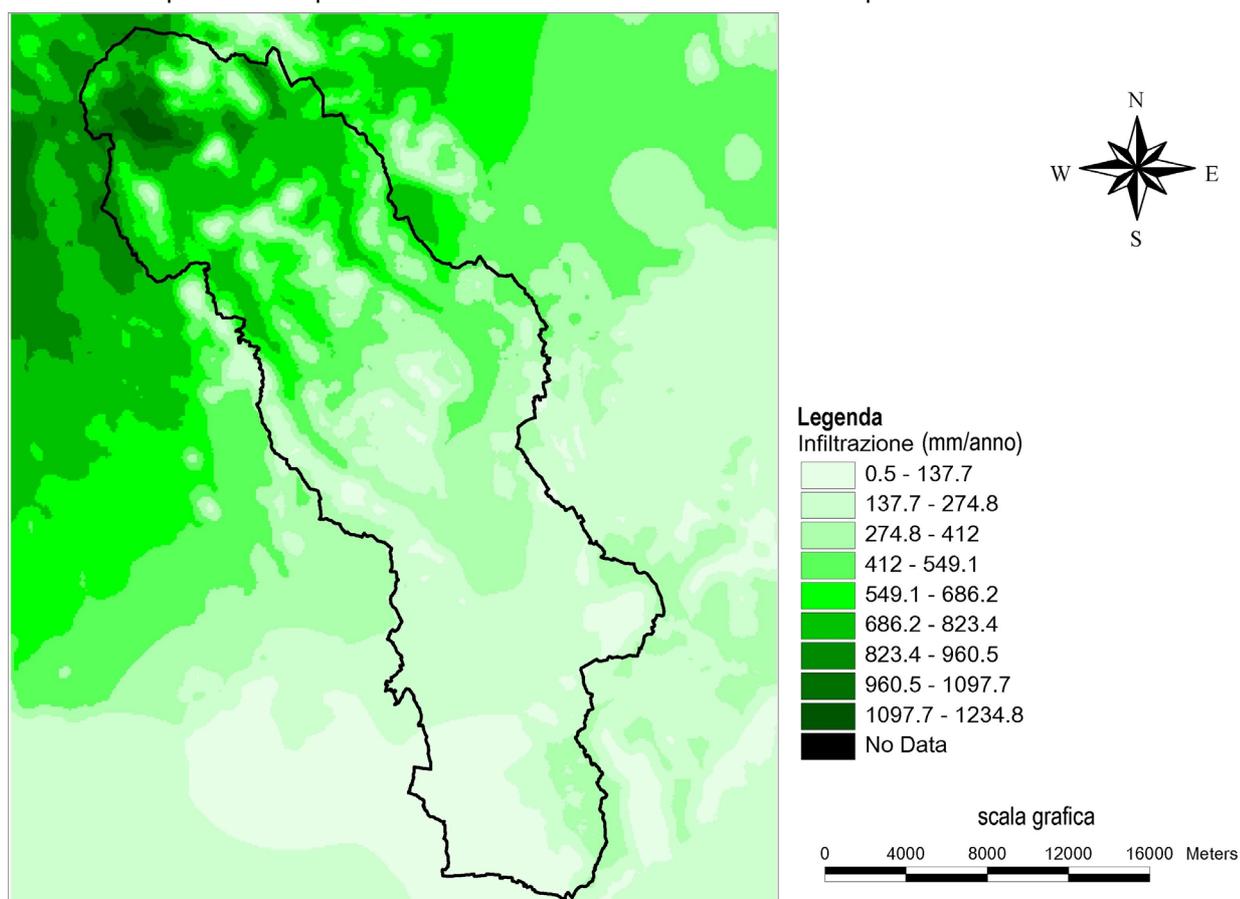
Ai fini della realizzazione della carta della permeabilità si sono considerate inoltre le osservazioni idrogeologiche di studi precedenti effettuate all'interno del "dominio".

Su questa base la carta geolitologica è stata riclassificata su base idrogeologica, associando il grado di permeabilità agli elementi litologici.

La carta della permeabilità esprime il comportamento idrogeologico delle formazioni geolitologiche da un punto di vista prettamente qualitativo, ovvero potenziale.

Per riuscire a quantificare il flusso d'acqua realmente circolante all'interno del sistema si deve procedere alla realizzazione della carta dell'infiltrazione.

A tal proposito esistono alcune classificazioni che tengono in considerazione solamente la litologia del terreno e quindi in una prima fase la carta è stata realizzata secondo questo criterio.



D'altra parte la complessità tettonica dell'area, vincolante sull'ampiezza del distretto esaminato, ha obbligato a considerare l'influenza delle zone interessate dai movimenti tettonici, tendenzialmente più fratturate rispetto alle aree adiacenti. Inoltre si è considerata la conformazione del terreno poiché nelle zone più acclivi la penetrazione dell'acqua nel sottosuolo è minore.

Quindi sulla base del DTM della superficie topografica si è ricavata la carta delle pendenze. Infine, l'ultimo fattore considerato è la quantità di acqua che potrebbe potenzialmente infiltrarsi, ossia la precipitazione efficace annua, calcolata come differenza tra la precipitazione media totale e l'evapotraspirazione.

▪ **Risultati:**

La realizzazione di queste due carte tematiche permette di trarre importanti considerazioni di tipo idrogeologico, incentrate sui meccanismi della ricarica degli acquiferi.

In particolare la carta dell'infiltrazione è risultata essere uno strumento valido per il calcolo del bilancio.

▪ **Limiti:**

Nell'ambito della attività di FASE 1 non è stato possibile integrare l'attuale uso del suolo entro il tema dell'infiltrazione: è da rilevare che in effetti l'antropizzazione del territorio può far variare sensibilmente il grado di infiltrazione, in relazione ad esempio alla diffusa impermeabilizzazione delle superfici di fondovalle.

Si ritiene che tale aspetto andrebbe approfondito nel corso della FASE 2: è da sottolineare al riguardo che sussiste già la disponibilità di dati sull'uso del suolo del comparto Giada, derivabili da esperienze⁸ recenti di alcuni degli autori.

Se detto approfondimento non fosse già oggetto di studio entro il progetto Giada è auspicabile svolgere questa zonazione integrativa, la cui priorità è definita medio-alta per le importanti implicazioni che conseguono sul meccanismo infiltrativi della ricarica.

5.4. ESAME DEI SISTEMI ACQUIFERI DI MAGGIORE INTERESSE

Dal punto di vista idrostrutturale l'area in studio risulta complessa, comprendendo al suo interno diverse tipologie di acquiferi.

Il territorio è costituito a nord dai rilievi, che potenzialmente possono contenere acquiferi nell'ammasso fratturato e dai depositi alluvionali indifferenziati lungo i solchi vallivi.

Quest'ultimo sistema (subalveo + freatico) si estende sino alla fascia delle risorgive, nei pressi della quale lenti impermeabili differenziano il sottosuolo in falde multiple in pressione, formando in questo modo un sistema ad acquiferi confinati sovrapposti.

La figura seguente schematizza i principali acquiferi presenti entro il dominio di indagine.

▪ **Informazioni di base:**

Per la definizione dei limiti idrostrutturali tra i vari corpi acquiferi nell'area si sono consultate le sottoelencate informazioni:

- Cartografia IGM
- Stratigrafie (archivi Provincia-CNR, CIN e Sinergeo)
- Pubblicazioni scientifiche sul territorio in esame.

▪ **Elaborazioni:**

Si è ricostruito il DTM, ossia il modello digitale tridimensionale della superficie topografica, utilizzando le isoipse ricavate dalla cartografia IGM alla scala 1:25.000.

Considerato che la permeabilità delle formazioni geologiche presenti nel territorio risulta essere tendenzialmente medio-bassa, il serbatoio primario in termini di acquifero risulta coincidere con il complesso delle alluvioni di fondovalle, che rappresenta per altro la realtà idrogeologica più sfruttata in termini di prelievi.

Per la definizione del sistema indifferenziato quindi può essere sufficiente definire la base ed il tetto delle alluvioni.

Le stratigrafie raccolte sono state utilizzate per definire il substrato e visualizzarlo in tre dimensioni ottenendo, per differenza con il DTM, il volume complessivo relativo al sistema poroso (saturo + insaturo).

⁸ ricavate da una classificazione multitemporale di immagini satellitari Landsat (Studio a livello provinciale promosso dall'Accademia Olimpica di Vicenza nel 2003-2004)

Permangono per il serbatoio fessurato notevoli criticità del quadro conoscitivo che sono oggetto di specifiche proposte per il prosieguo di FASE 2.

La **figura** a lato illustra in modo schematico la classificazione dei corpi acquiferi entro il comparto territoriale del Progetto Giada.

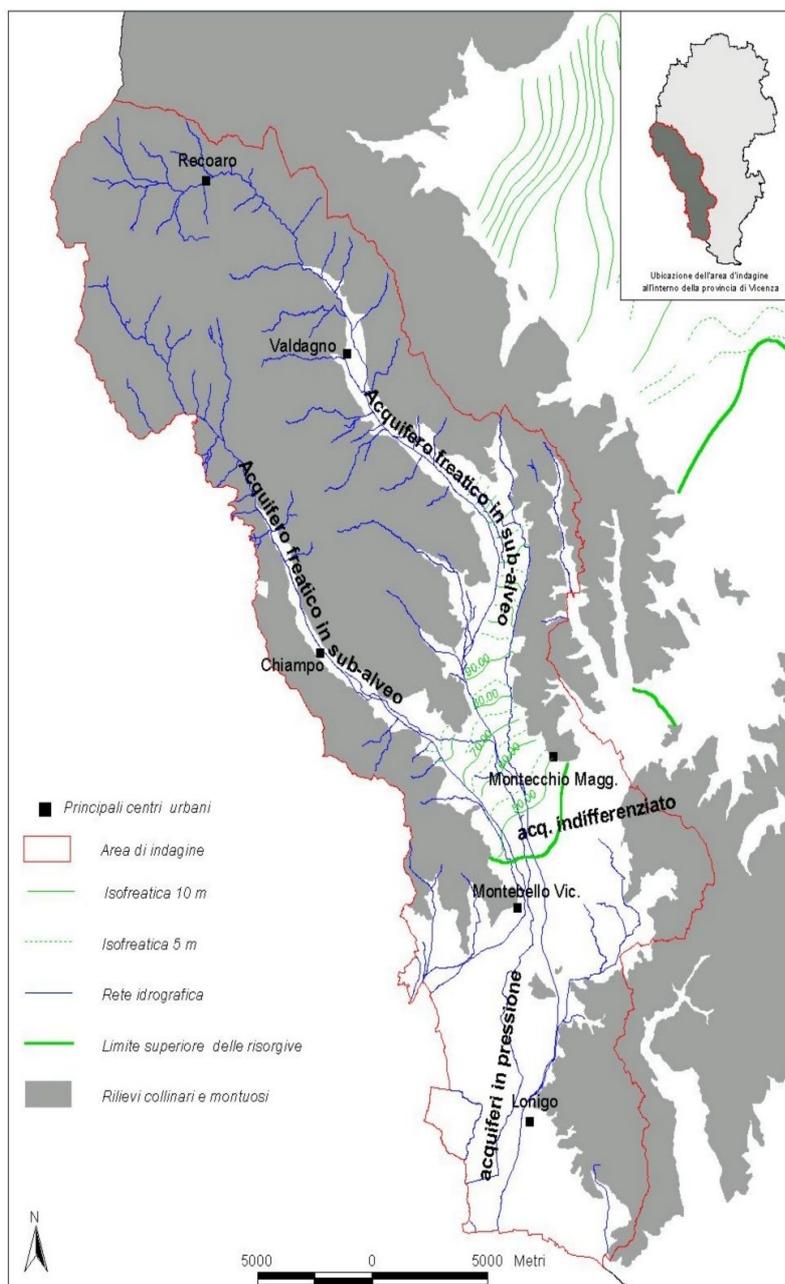
▪ **Limiti:**

Le stratigrafie non sono completamente esaustive per definire con una certa precisione la geometria del sistema subalveo e freatico; nel caso del sistema multifalda la situazione si complica ulteriormente.

In assenza di dati integrativi, difficili da reperire, sono state adottate assunzioni semplificative per estrapolare il dato ai settori strategici, sprovvisti di caratterizzazione.

▪ **Indicazioni:**

E' opportuna l'acquisizione di nuove informazioni stratigrafiche da tutte le possibili fonti ed archivi disponibili. L'implementazione progressiva del database stratigrafico entro il dominio del progetto Giada dovrebbe rappresentare un'attività sistematica di catalogazione ed archiviazione con obbligo di notifica dei dati inerenti le nuove perforazioni alla costituenda Agenzia (priorità medio-alta).



5.5. CENNI SUL BILANCIO IDROGEOLOGICO

La relazione utilizzata per la quantificazione del bilancio geidrologico del dominio Giada è la seguente⁹

$$\sum afflussi = \sum deflussi$$

ed esplicitando:

⁹ a meno dell'immagazzinamento, dato da considerarsi in avanzamento dopo il perfezionamento delle stime

$$P + QS_{in} = EVP + Q_{out} + QS_{out} + FA_{out}$$

Al fine di ottenere i quantitativi di acqua che definiscono il deflusso sotterraneo nella regione analizzata, i dati raccolti sono stati analizzati attraverso l'utilizzo di griglie, ossia matrici spaziali, che consentono una facile manipolazione del dato, oppure adottando "triangulated irregular networks" (TIN), che risultano essere molto utili per la definizione dei volumi.

A seguire si esplicitano i singoli termini del bilancio geoidrologico.

5.5.1. PRECIPITAZIONI (P)

- **Informazioni di base:**
Dati di acquisizione delle stazioni di misura degli Annali Ideologici (decennio 1985-95).
- **Elaborazioni:**
I dati annuali sono stati mediati e successivamente utilizzati per la creazione di una griglia di interpolazione che rappresenta la distribuzione areale delle precipitazioni medie. La griglia trasformata in TIN permette di calcolare il volume di pioggia caduta internamente all'area considerata per il bilancio.
- **Risultati:**
Il volume di precipitazione media annua nel periodo considerato, in prima analisi è dell'ordine di **450-460 milioni di metri cubi**.

5.5.2. AFFLUSSI SOTTERRANEI (QS_{IN})

- **Informazioni di base:**
Cartografia IGM e mappature geologiche disponibili.
- **Elaborazioni:**
Sulla base della cartografia geologica è stato possibile definire, se pur in prima analisi, lo spartiacque sotterraneo, osservando, sulla base di differenti criteri interpretativi, la non coincidenza rispetto a quello superficiale (imbrifero).
Per quel che riguarda le entrate, lo spartiacque sotterraneo si estende al di fuori dell'area del bilancio, calcolata semplicemente su base orografica, in una fascia di territorio presso S. Quirico, tra Valdagno e Recoaro.
Per la valutazione delle entrate si è utilizzata la carta dell'infiltrazione.
- **Risultati:**
Il volume in entrata, come afflusso sotterraneo, corrisponde in prima analisi a **qualche milione di metri cubi medi annui**. Tale stima, che rappresenta un termine di bilancio di difficile quantificazione sperimentale, potrà essere oggetto di rettifica dopo le attività di FASE 2 inerenti il sistema fessurato.

5.5.3. EVAPOTRASPIRAZIONE (EVP)

- **Informazioni di base:**
Valori delle precipitazioni e delle temperature medie annue.
- **Elaborazioni:**
Il calcolo dell'evapotraspirazione è stato effettuato utilizzando la formula di Turc applicata alle griglie rappresentanti la distribuzione annuale media della precipitazione e delle temperature.
Come nel caso del calcolo delle precipitazioni, la trasformazione della griglia in TIN ha permesso la valutazione del volume di acqua interessato dal fenomeno in argomento.

▪ **Risultati:**

Il volume di acqua sottratto al flusso idrogeologico dall'evapotraspirazione è sostanzioso e corrisponde a circa **duecento milioni di metri cubi annui**.

5.5.4. DEFLUSSO SUPERFICIALE (Q_{OUT})

▪ **Informazioni di base:**

Sono costituite da misure di portata reperite in letteratura o archivio, effettuate nei settori di alta valle ed allo sbocco delle valli in pianura.

Nel caso di specie si tratta di dati idrometrici mensili.

▪ **Elaborazioni:**

Si sono messi in relazioni i due gruppi di dati idrometrici, relativi a periodi e a tronchi vallivi diversi, per colmare le lacune conoscitive. Nei casi in cui le informazioni a disposizione si sono dimostrate insufficienti si è cercata una correlazione matematica anche con le precipitazioni mensili.

▪ **Risultati:**

Le portate in uscita dall'area considerata¹⁰ per deflusso superficiale nei corsi d'acqua corrispondono, in prima analisi, a un volume di alcune **decine di milioni di metri cubi annui ($Q_{out} = 50-60 \times 10^6$ mc/anno)**.

▪ **Limiti:**

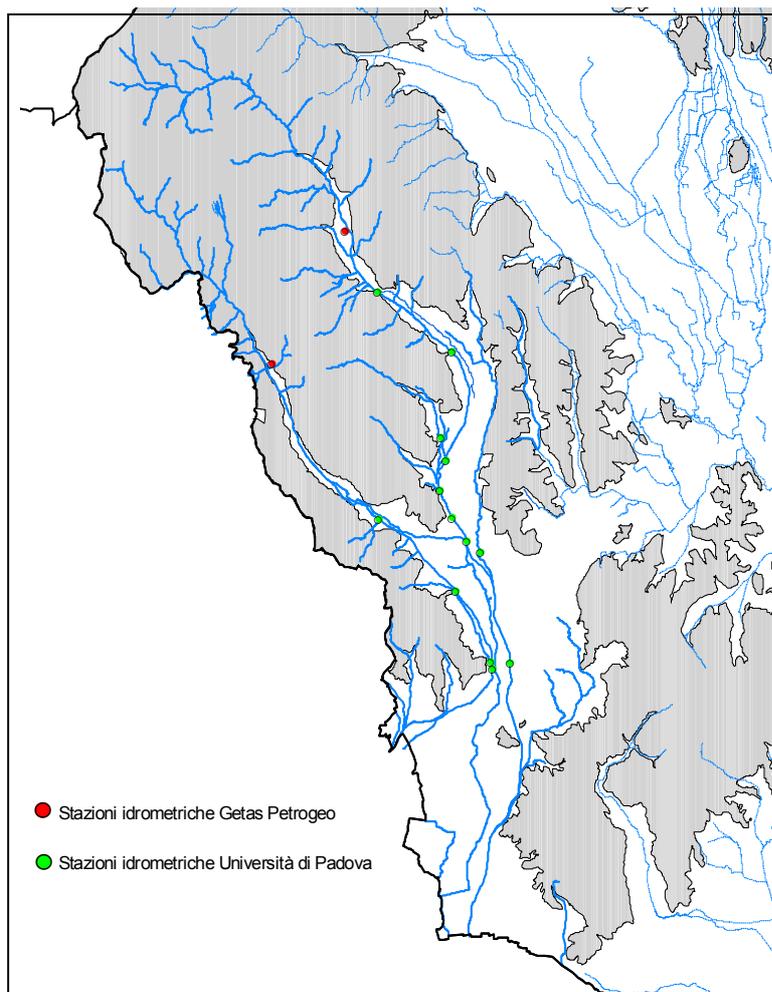
I valori ottenuti risultano plausibili ma la scarsità dei dati di base non permette di considerarli definitivi se non dopo ulteriori validazioni che devono essere svolte in FASE 2.

In particolare, i dati acquisiti allo sbocco in pianura, che potenzialmente potrebbero rappresentare la misura più valida allo stato attuale delle ricerche, sono ridotti a solo 4 campagne di misura. Nella **figura** a lato si propone l'ubicazione delle stazioni di misura reperite ed analizzate.

▪ **Indicazioni:**

Si sottolinea la necessità di acquisire dati sperimentali di portata di deflusso differenziale sui sistemi Chiampo ed Agno-Guà.

Sarebbe in tal senso auspicabile l'installazione di stazioni di misura di portata in continuo lungo le due aste



¹⁰ portate che valicando la linea delle risorgive defluiscono definitivamente al di fuori del sistema idrogeologico

principali su sezioni tarate sia in corrispondenza della sezione di uscita, ma anche più a nord al fine di permettere l'osservazione dei rapporti reciproci¹¹ tra falda e corsi d'acqua.

Manca inoltre una caratterizzazione del sistema delle risorgive che, se pur meno importante di altri "sfiori idrogeologici" a livello provinciale, merita comunque attenzione.

Con riferimento al programma delle attività a suo tempo presentato agli enti, in una seconda fase possono essere pertanto effettuate misure idrometriche differenziali di taratura del sistema, la cui priorità è senza dubbio medio-alta.

5.5.5. DEFLUSSO SOTTERRANEO (Q_{SOUT})

- **Informazioni di base:**

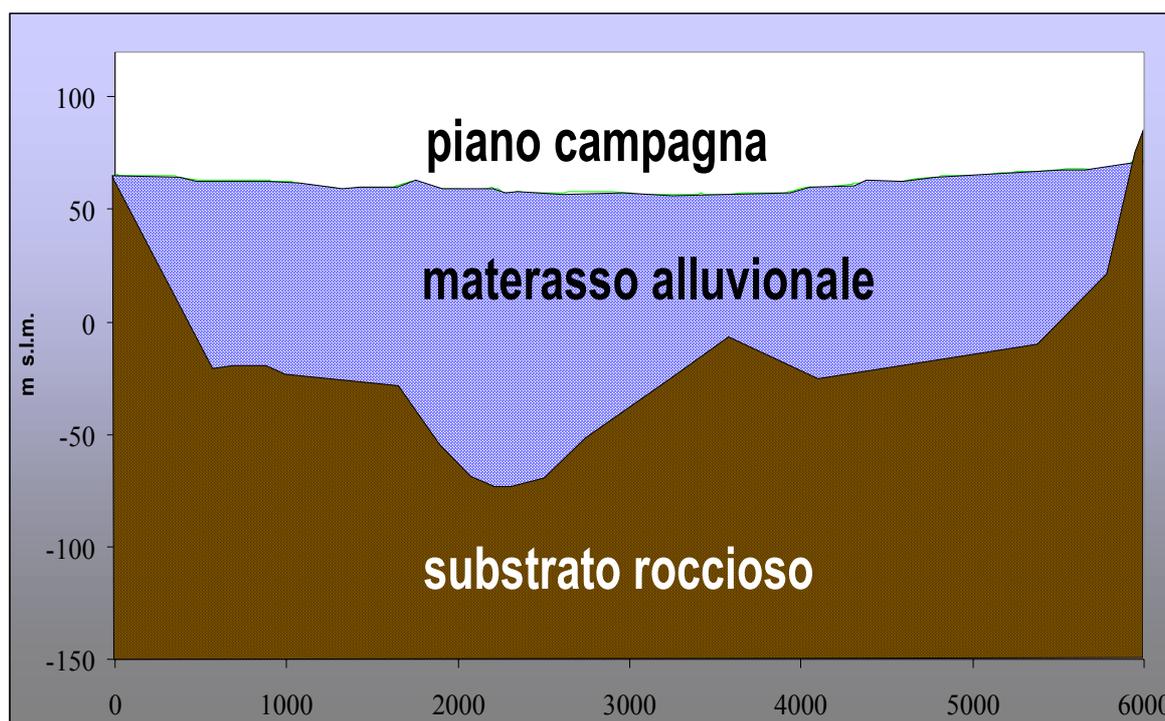
Stratigrafie e parametri idrogeologici di archivio.

- **Elaborazioni:**

Il deflusso sotterraneo in uscita ha due componenti: il deflusso attraverso la sezione nell'acquifero indifferenziato, calcolato utilizzando la formula di Darcy e le uscite dovute alla minore estensione del bacino idrogeologico rispetto al bacino idrografico.

La maggior parte del flusso sotterraneo in uscita passa attraverso la sezione di confine a sud del sistema considerato.

La **sezione trasversale** sotto riportata è ricavata come differenza tra il modello tridimensionale della superficie topografica e della superficie del substrato lungo un profilo passante tra Montecchio Maggiore e Zermeghedo (sezione di uscita al contatto tra sistema indifferenziato e multifalda).



- **Risultati:**

Il flusso annuo in uscita appare in prima analisi di poco inferiore a **200 milioni di metri cubi**.

- **Limiti:**

I parametri idrogeologici considerati sono tratti dalla bibliografia e non coprono in modo distribuito l'intero dominio di studio.

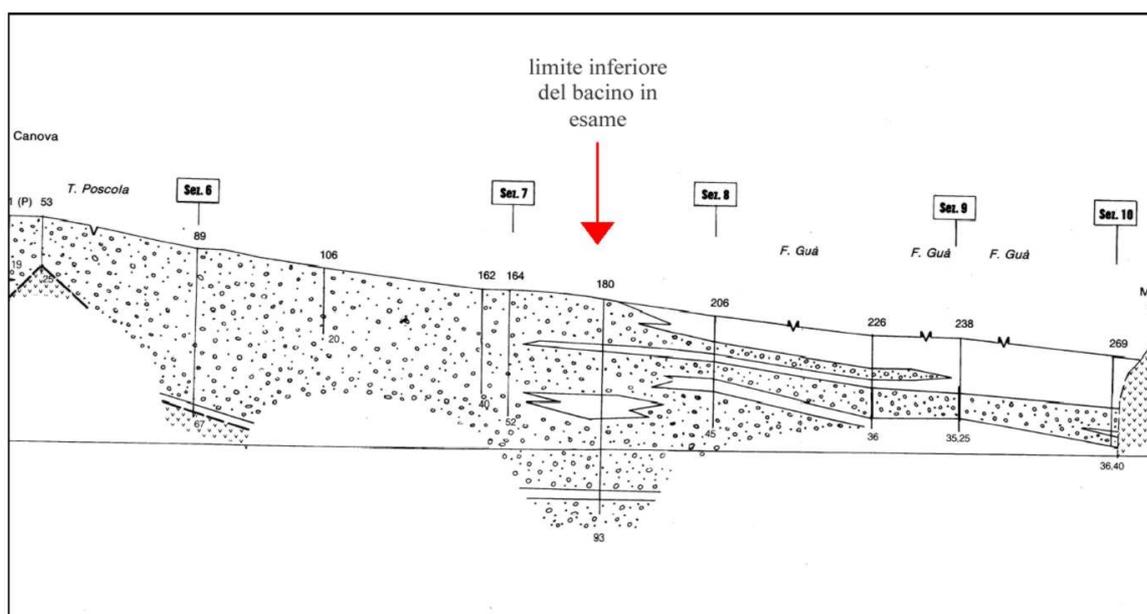
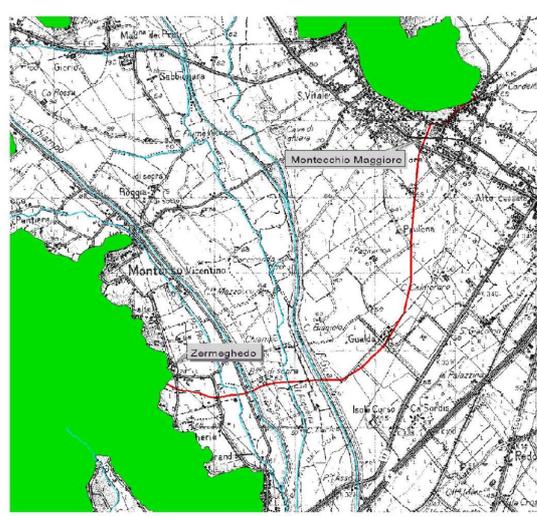
¹¹ è noto che, soprattutto nei settori di alta e media valle, i rapporti idraulici di interscambio tra falda e fiume sono alternativamente di alimentazione e di drenaggio

▪ **Indicazioni:**

Si dovrebbero eseguire opportune indagini geognostiche (sondaggi, geoelettrica, prove di laboratorio..) per ottenere un quadro reale del comportamento idrogeologico dell'acquifero lungo particolari sezioni del dominio.

Appare fondamentale la ricostruzione di una rete piezometrica di controllo entro l'intero dominio Giada (Chiampo-Agno Guà), poiché la piezometria rappresenta l'unico sistema per ricostruire correttamente le altre grandezze in gioco.

Anche in questo caso e con riferimento al programma delle attività di FASE 2 possono essere effettuate misure freatiche e piezometriche di taratura del sistema: la priorità di tale lavoro integrativo è considerata alta. La **figura** a lato mette in evidenza la sezione di chiusura di valle per il calcolo del bilancio adottata in FASE 1, mentre quella **sottostante** riporta l'assetto litostratigrafico corrispondente ad una sezione longitudinale che interseca il limite suddetto.



5.5.6. EMUNGIMENTI E CAPTAZIONI (FA_{OUT})

▪ **Informazioni di base:**

La raccolta e l'elaborazione dei dati inerenti le risorse idriche sotterranee sfruttate all'interno del territorio del Progetto Giada sono risultate una delle attività di più complessa gestione.

I dati ottenuti provengono da varie fonti:

- le informazioni sulle sorgenti sono state ricavate da precedenti progetti svolti dagli scriventi per l'Amministrazione Provinciale;
- per quel che riguarda l'emungimento da pozzi, vista la quasi totale mancanza di dati attendibili a disposizione, in prima fase è stata effettuata una ricerca presso la sede del

Genio Civile di Vicenza per acquisire informazioni sulle portate di concessione inerenti gli approvvigionamenti idrici autonomi,

- successivamente è stato possibile reperire altro materiale proveniente da database già organizzati (v. fonte CNR, CIN) e acquisire informazioni provenienti dal censimento tutt'ora in atto realizzato dalla Pubblica Amministrazione (Provincia) all'interno dei limiti del Progetto Giada.

L'insieme dei dati consegnati in vario formato e provenienti da differenti fonti di censimento è risultato discordante, dubbio e talora lacunoso soprattutto per quel che riguarda le portate realmente estratte. E' considerato attendibile il materiale ottenuto dalla P.A. riguardante le portate denunciate all'interno del bacino nel 2002.

▪ **Elaborazioni:**

Tutto il materiale riguardante captazioni e emungimenti è stato organizzato in un unico shape chiamato *risorse_giada.shp*.

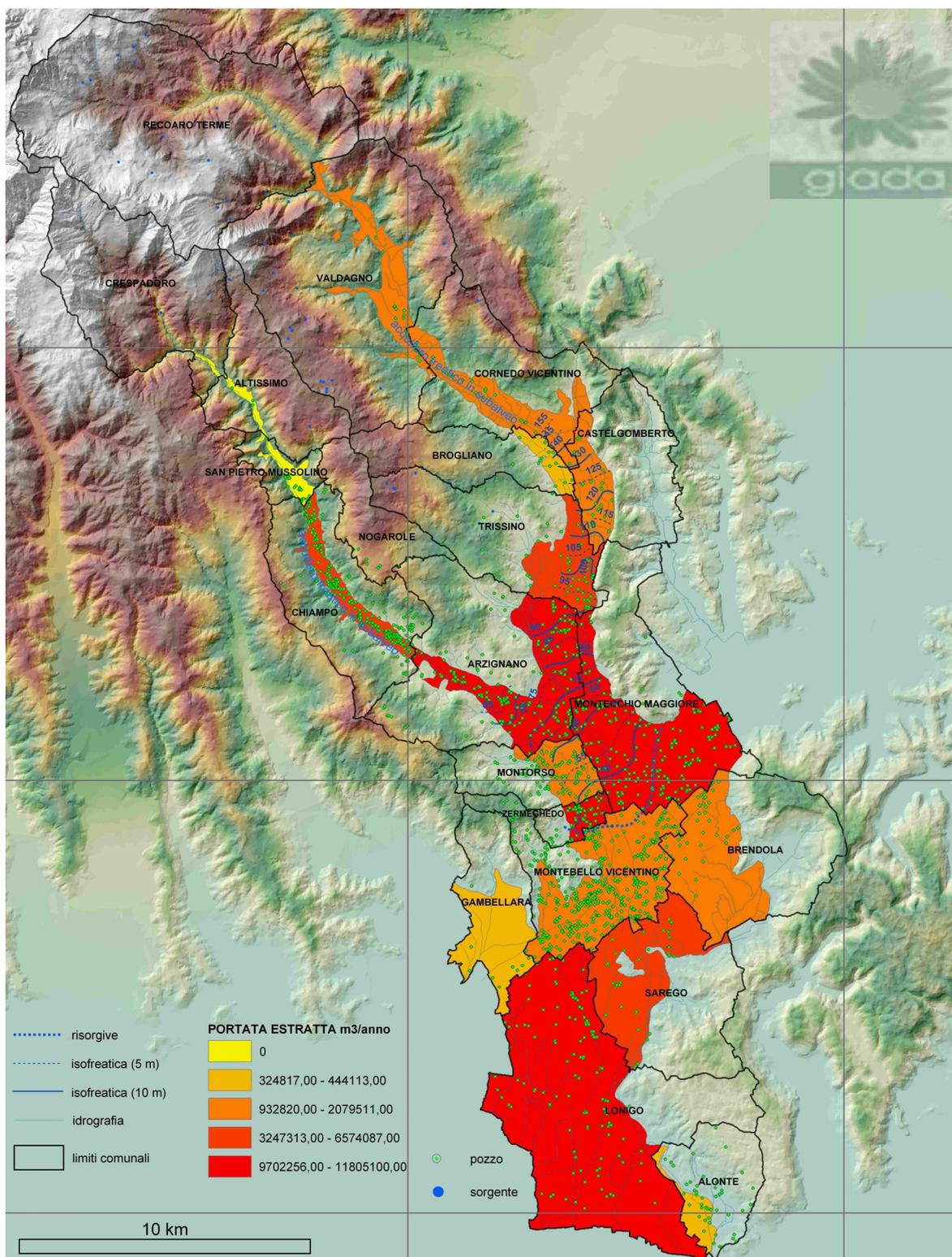
Per la definizione delle portate si è confrontato questo shape generale dei pozzi georeferenziati con il materiale sulle denunce del 2002, incompleto tuttavia per quel che riguarda le informazioni geografiche di localizzazione. Dal confronto tra elenchi e tabelle si sono messe in evidenza le corrispondenze (tra Regioni sociali di Ditte e/o Gestori, Vie e strade, etc.) ed è stato quindi possibile georeferenziare buona parte dei pozzi delle denunce di concessione alla derivazione.

Per quel che riguarda i pozzi residui non ubicabili si è proceduto come di seguito illustrato:

- è stata effettuata una somma degli emungimenti non georeferenziati per comune;
- considerati solo i pozzi dello shape *risorse_giada* per cui non fosse già stata trovata corrispondenza, si è suddivisa la portata relativa, attribuendola come portata estratta dal sistema entro il comune di appartenenza.

▪ **Risultati:**

Il flusso annuo in uscita dal bacino è pari ad almeno **36-37 milioni di metri cubi**; il dato andrà ulteriormente perfezionato in avanzamento di progetto.



La figura soprastante illustra la distribuzione dei punti di emungimento e una classificazione preliminare su base comunale¹² dell'entità dei prelievi da falda.

¹² ci si riferisce alle porzioni di territori comunali insistenti nei settori di fondovalle (sistema poroso) rientranti nel dominio Giada

Per quel che riguarda l'intero territorio interessato al Progetto (considerando quindi anche i comuni a sud dell'area considerata per il bilancio) i quantitativi totali annui calcolati come somma tra le captazioni (sorgenti) e gli emungimenti (pozzi) si aggirano attorno ai **60-65 milioni di metri cubi**.

▪ **Limiti:**

Dall'analisi del materiale disponibile riguardanti le informazioni sui "consumi" risulta che:

- le portate considerate (FA_{out}) risultano ancora inferiori alle aspettative: lo shape risorse_giada infatti contiene oltre 1800 punti di prelievo mentre le informazioni quantitative validate si riferiscono a un numero di pozzi pari a circa 1/5 del totale. Permangono quindi situazioni di prelievo reali non ancora quantificate con sufficiente precisione. Il livello conoscitivo raggiunto costituisce a tutt'oggi una stima verosimile ma probabilmente sottostimata.
- esistono inoltre molti pozzi domestici non ubicabili né quantificati dal punto di vista degli emungimenti.

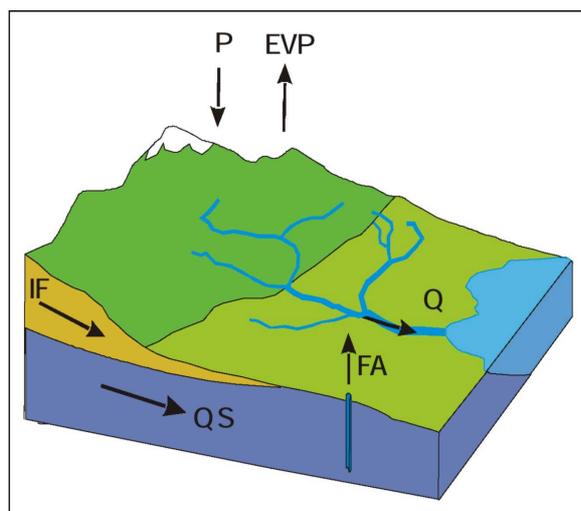
5.5.7. CONCLUSIONI

Per la definizione del bilancio si è utilizzata la seguente equazione:

$$P + Q_{in} + IF_{in} + QS_{in} + FA_{in} = EVP + Q_{out} + IF_{out} + QS_{out} + FA_{out}$$

dove intervengono i seguenti parametri in entrata e in uscita dal sistema:

- P: precipitazioni
- Q: deflusso superficiale
- IF: interflusso
- QS: deflusso sotterraneo
- FA: flusso artificiale (emunto o captato)
- EVP: evapotraspirazione



Tale equazione a carattere generale è stata adattata al caso specifico considerando l'estensione e le caratteristiche del territorio.

A tale proposito si devono fare alcune considerazioni:

- non tutte le componenti sono state considerate all'intero del bilancio, considerando che alcune apportano quantità trascurabili;
- più in dettaglio il deflusso superficiale in entrata è stato considerato pari a zero poiché l'area considerata per il bilancio coincide con i bacini idrografici del Chiampo e dell'Agno Guà e quindi i confini sono in effetti identificati dallo spartiacque imbrifero;
- l'interflusso (IF) è stato trascurato sia per la mancanza di dati sperimentali all'interno dell'area in esame sia perché, come nel caso del deflusso superficiale, si tratta di un parametro subordinato all'andamento dello spartiacque e quindi i volumi coinvolti risultano trascurabili nell'ambito delle volumetrie considerate nel bilancio;

- il deflusso artificiale in entrata, inteso come volumi eventualmente estratti all'esterno del bacino ed entranti nel ciclo dell'acqua "Giada" è considerato nullo;

Le componenti principali che allo stato attuale delle conoscenze contribuiscono attivamente alla definizione del bilancio rimangono quindi:

- precipitazioni,
- evapotraspirazione,
- deflusso sotterraneo in entrata e in uscita,
- deflusso superficiale e artificiale in uscita.

Sulla base delle considerazioni formulate nei capitoli precedenti, in cui si descrivono le metodologie per la definizione dei parametri del bilancio e si specificano i quantitativi estratti, si può affermare che il bilancio preliminarmente chiude con uno scarto accettabile, necessitando comunque di perfezionamenti e tarature su molteplici aspetti in ordine alle succitate criticità conoscitive degli elementi descritti.

Si riporta di seguito la **tabella** riassuntiva dei risultati ottenuti, riportando sia i quantitativi ottenuti che le percentuali quantitative delle singole componenti del bilancio rispetto alla totalità delle entrate sul periodo.

Dall'ottimizzazione quantitativa prevista dalle fasi seguenti all'incarico si attende una verifica del sistema di analisi utilizzato per la definizione del bilancio e una riduzione allo stesso tempo dei margini di incertezza che tutt'ora sussistono.

L'entità della discrepanza dipende, come già accennato, dai dati di partenza, dalle metodologie utilizzate e dalla coincidenza o meno del modello idrogeologico utilizzato con la situazione reale.

Portate degli afflussi			Portate dei deflussi		
componenti del bilancio	milioni di m ³	%	componenti del bilancio	milioni di m ³	%
P	463.3	99.1	EVP	195.5	41.8
Q_{in}	0.0	0.0	Q_{out}	54.4	11.6
IF_{in}	0.0	0.0	IF_{out}	0.0	0.0
QS_{in}	4.0	0.9	QS_{out}	196.9	42.1
FA_{in}	0.0	0.0	FA_{out}	36.5	7.8
	467.3	100.0		483.3	103.4

6. IDROCHIMICA E INQUINAMENTO

6.1. CONSIDERAZIONI GENERALI PRELIMINARI

Dal momento in cui esiste una stretta correlazione, sia sotto il profilo idraulico che idrochimico, tra il regime dei corpi idrici superficiali e la risposta degli acquiferi sotterranei, ogni valutazione sul chimismo delle acque sotterranee dei bacini idrografici ricadenti nell'area "Giada" non può prescindere da un esame dell'impatto che le attività produttive, ivi insediatesi da almeno cinquant'anni, hanno avuto sulla qualità dei corpi idrici superficiali.

Per alcuni decenni (cioè fino alla fine degli anni '90) gli scarichi delle attività produttive, sicuramente non depurati come ai livelli attuali, hanno avuto come recapito finale i torrenti, le rogge e quindi i fiumi principali.

Da questi corpi idrici, molto spesso in equilibrio con gli acquiferi sotterranei, sono stati facilmente trasferiti in falda tutti quei composti di tipo conservativo che sono caratterizzati da buona solubilità e da elevata stabilità chimica: cromo esavalente, cloruri, solfati, nitrati etc.

Dagli ultimi mesi del 2000, con l'attivazione del collettore interconsortile ARICA, gli effluenti finali vengono trasferiti a valle della zona di ricarica degli acquiferi sotterranei.

Lo stato qualitativo dei corsi d'acqua è bene descritto dai dati che sono stati raccolti dagli ex-PMP (ora Laboratori dell'ARPAV), a partire dai primi anni '80 nell'ambito del *Piano Regionale di Rilevamento della Qualità delle Acque Superficiali* (PRRQAS).

Nella **tabella** seguente i dati del triennio 1986-1988, integrati con quelli relativi al *Mappaggio Biologico* condotto dall'Amministrazione Provinciale di Vicenza tra il 1987 ed il 1988, sono messi a confronto con la classificazione dello "stato ambientale" dei corpi idrici superficiali fatta dall'Osservatorio Acque dell'ARPAV nel biennio 2001-2002, sulla base dei criteri fissati dal D. Lgs. 152/99.

Pur nella diversità dei criteri di assegnazione del punteggio, sembra di cogliere un miglioramento (di una classe di qualità), sia per il F. Agno che per il F. Brendola dopo l'entrata in esercizio del collettore ARICA.

Corso d'acqua	Località	Classe di qualità	
		(1986 - 1988)	(2001-2002)
Torrente Chiampo	S. Pietro Mussolino	leggermente inquinato	sufficiente - buono
	Chiampo	inquinato	--
Torrente Agno	Valdagno	inquinato	--
	Cornedo - Ponte Piana	nettamente inquinato	buono - sufficiente
Torrente Guà	Tezze di Arzignano	nettamente inquinato	scadente
	Montebello Vicentino	fortemente inquinato	scadente
Rio Acquetta	Montebello Vicentino	fortemente inquinato	scadente
	Lonigo	fortemente inquinato	--
Torrente Poscola	Castelgomberto	non inquinato	
	Montecchio Maggiore	fortemente inquinato	
Fiumicello Brendola	Brendola	nettamente inquinato	sufficiente - sufficiente
	Lonigo	fortemente inquinato	

Il notevole carico inquinante rilasciato nel sottosuolo dai corsi d'acqua è stato ulteriormente appesantito da alcuni episodi di contaminazione di origine puntuale: l'esempio forse più significativo è rappresentato dall'evento che ha interessato la falda freatica tra Trissino e Montecchio-Creazzo-Sovizzo alla fine degli anni 70 (caso della ex-Rimar) con il risultato di un degrado qualitativo generalizzato delle falde, in cui si sono sovrapposti altri e più puntuali fenomeni di inquinamento.

Se si tiene poi in considerazione anche l'abbassamento dei livelli piezometrici, soprattutto nelle porzioni più meridionali degli acquiferi (in particolare nell'acquifero confinato di Almisano nel corso di circa 60 anni si è verificato un abbassamento del carico piezometrico di 5 m ca.), trova ampia giustificazione il fatto che, negli ultimi decenni, numerosi pozzi di attingimento siano stati abbandonati e ne siano stati realizzati di nuovi, spinti a maggiore profondità.

La circostanza, se da un lato ha reso possibile un approvvigionamento idrico più sicuro, dall'altro ha comportato la perdita di importanti punti di monitoraggio della qualità dell'acqua, punti che oggi risulterebbero sicuramente utili per definire le tendenze evolutive in atto.

Una ulteriore considerazione deve essere fatta con riferimento al momento idrologico in corrispondenza del quale è stata effettuata la campagna di monitoraggio sulla qualità dell'acqua nel corso del 2003.

Tra settembre ed ottobre 2003 le falde del vicentino hanno raggiunto i minimi livelli mai registrati negli ultimi 50 anni: numerosi pozzi si sono prosciugati ed in alcuni casi, per garantire la continuità del servizio idrico, i gestori sono dovuti intervenire abbassando le pompe di prelievo.

L'eccezionale calo delle falde non ha reso possibile il prelievo di acqua da tutti i pozzi che erano stati preventivamente individuati come punti significativi per il monitoraggio della falda; altri pozzi sono poi risultati impraticabili o abbandonati del tutto.

▪ **Informazioni di base:**

I dati di partenza per la disamina del quadro idrochimico degli acquiferi sono stati i numerosi risultati delle analisi effettuate negli anni 1986, 1987, 1988, 1989 e 1994 dai Laboratori dell'ex PMP su 213 pozzi. Tali dati non sono mai stati pubblicati e sono stati forniti su supporto informatico dall'Amministrazione Provinciale di Vicenza.

Si tratta complessivamente di 1.082 controlli così distribuiti:

- ✓ 1986: 266 controlli, con campionamenti da giugno a novembre,
- ✓ 1987: 513 controlli, con campionamenti da gennaio a dicembre,
- ✓ 1988: 189 controlli, con campionamenti da marzo a settembre,
- ✓ 1989: 52 controlli, con campionamenti tra febbraio e marzo,
- ✓ 1994: 62 controlli, con campionamenti tra novembre e dicembre.

I parametri monitorati sono:

Conducibilità elettrica specifica a 20 °C, Residuo fisso, pH, Durezza totale, Ossidabilità sec. Kubel, NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, Cl⁻, SO₄⁻, Alcalinità, Fosfati, Cadmio, Cromo totale, Cromo 6+, Ferro, Mercurio, Piombo, Rame, Zinco, Composti Fenolici, M.B.A.S., T.O.C., Alachlor, Atrazina e derivati, Simazina, cloroformio, 1,1,1-tricloroetano, carbonio tetracloruro, tricloroetilene, tetracloroetilene, m-nitro,benzotrifluoruro, p-Cl-mono-nitro,benzotrifluoruro, Nitro-alogeno-derivati totali.

▪ **Elaborazioni:**

Il *data-base* è stato controllato in maniera speditiva, correggendo alcuni grossolani errori di inserimento.

Si è poi tentata una prima aggregazione di tipo spaziale mediando tra loro i valori misurati, per i parametri più significativi, nei pozzi ricadenti in porzioni omogenee di acquifero.

▪ **Risultati:**

Da un primo esame dei numerosissimi dati messi a disposizione, peraltro non monitorati con regolarità, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- a. sono risultati assenti: i composti fenolici, i MBAS, i fosfati, l'alachlor;
- b. sono invece emersi alcuni fenomeni di inquinamento la cui presenza era già stata segnalata in precedenti lavori:
 - **Cromo** ad Arzignano, Montecchio Maggiore, Brendola (anni 1986-1988);
 - **composti organoalogenati** (anni 1986-1988) a S. Bonifacio ed Arzignano;
 - **nitro-alogenoderivati** (Montecchio Maggiore);
 - **atrazina e derivati** (Lonigo e Sarego);
 - **cadmio** (Arzignano; Trissino; Montecchio Magg.; Zermeghedo)

▪ **Limiti:**

I dati raccolti tra la seconda metà degli anni '80 ed i primi anni '90, si presentano disomogenei sia sotto il profilo temporale (i controlli sono stati più frequenti nei primi due anni con un progressivo diradamento delle frequenze di campionamento negli anni successivi), sia sotto il profilo spaziale (molti pozzi sono stati controllati una o due volte e poi abbandonati del tutto).

E' risultato pertanto poco opportuno elaborare carte tematiche descrittive del chimismo (e.g.: a linee isocone) o della presenza di inquinanti nelle acque sotterranee dell'area "Giada".

▪ **Indicazioni:**

Le informazioni contenute nel *data-base* fornito dall'Amministrazione Provinciale hanno comunque permesso di definire i criteri che sono stati poi adottati per la individuazione dei pozzi che sono stati sottoposti a monitoraggio nella campagna di settembre-ottobre 2003.

Questi criteri si possono così sintetizzare:

- pozzi distribuiti in modo uniforme nei diversi acquiferi, in modo da risultare rappresentativi di tutta l'area di interesse,
- pozzi soggetti ad un utilizzo continuo (ovvero pozzi di acquedotto, pozzi a servizio di industrie o di altre attività produttive),
- pozzi che, nell'ultima campagna di monitoraggio (fine 1994), avevano mostrato una significativa presenza di micro-inquinanti (cromo, VOCs) ovvero presentavano una concentrazione di nitrati superiore a CMA/2 (>25 mg/L).

6.2. CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL 2003

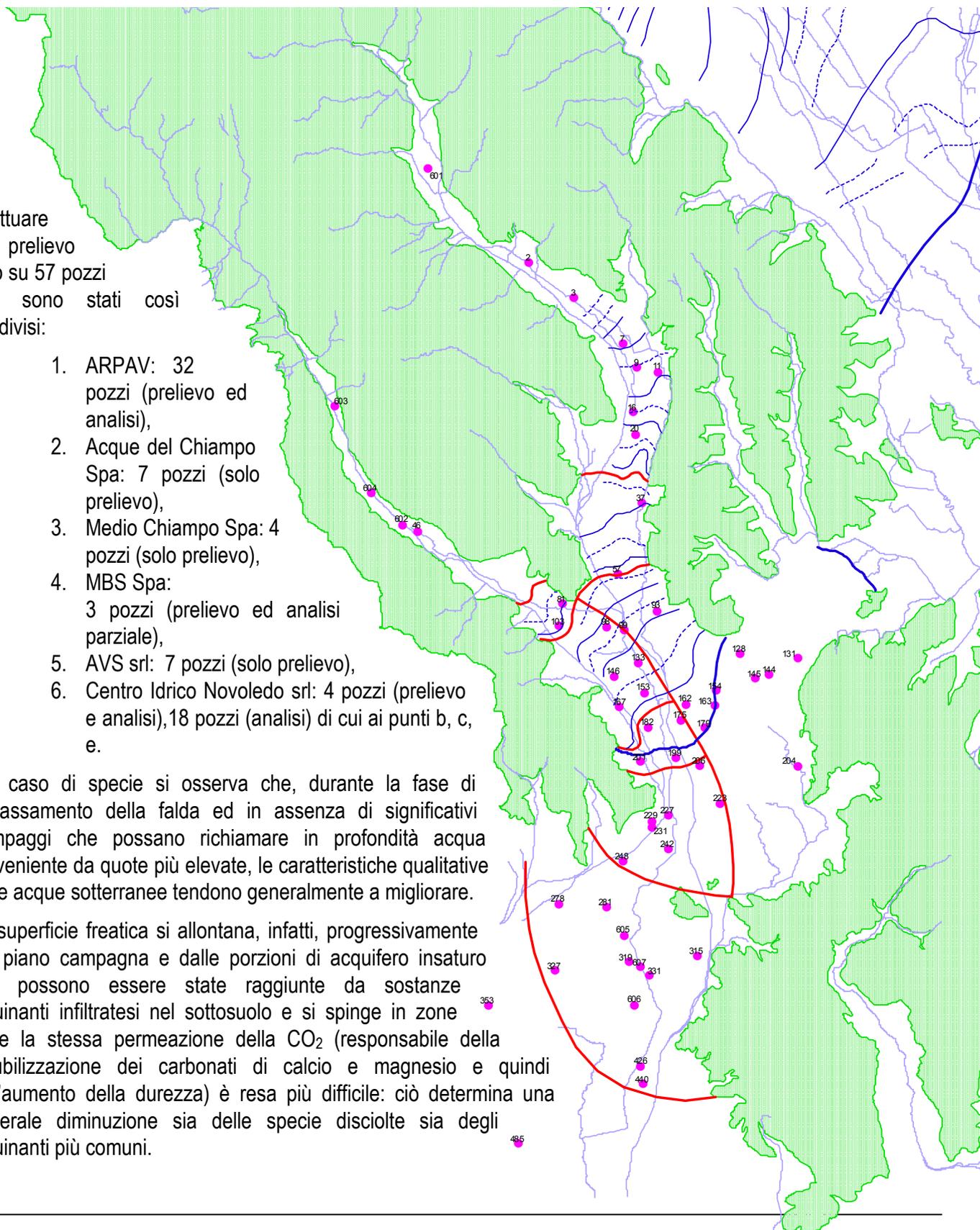
Sulla base dei criteri sopra richiamati sono stati individuati circa ottanta pozzi da sottoporre a monitoraggio, anche se, per i motivi già ricordati (abbassamento falda, chiusura e/o abbandono di alcuni pozzi), è stato poi possibile

effettuare il prelievo solo su 57 pozzi che sono stati così suddivisi:

1. ARPAV: 32 pozzi (prelievo ed analisi),
2. Acque del Chiampo Spa: 7 pozzi (solo prelievo),
3. Medio Chiampo Spa: 4 pozzi (solo prelievo),
4. MBS Spa: 3 pozzi (prelievo ed analisi parziale),
5. AVS srl: 7 pozzi (solo prelievo),
6. Centro Idrico Novoledo srl: 4 pozzi (prelievo e analisi), 18 pozzi (analisi) di cui ai punti b, c, e.

Nel caso di specie si osserva che, durante la fase di abbassamento della falda ed in assenza di significativi pompaggi che possano richiamare in profondità acqua proveniente da quote più elevate, le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee tendono generalmente a migliorare.

La superficie freatica si allontana, infatti, progressivamente dal piano campagna e dalle porzioni di acquifero insaturo che possono essere state raggiunte da sostanze inquinanti infiltratesi nel sottosuolo e si spinge in zone dove la stessa permeazione della CO₂ (responsabile della solubilizzazione dei carbonati di calcio e magnesio e quindi dell'aumento della durezza) è resa più difficile: ciò determina una generale diminuzione sia delle specie disciolte sia degli inquinanti più comuni.



Si deve pertanto ritenere che i valori misurati tra settembre ed ottobre 2003 nei pozzi sottoposti a monitoraggio (pozzi ubicati negli acquiferi in sub-alveo e nell'indifferenziato), siano da riferire ad una situazione particolarmente favorevole in senso qualitativo.

Un esame più puntuale dei risultati è stato fatto mediando tra loro i valori misurati nei pozzi appartenenti ai tre sistemi acquiferi dell'area "Giada":

- acquiferi in sub-alveo (rispettivamente del torrente Chiampo ed Agno-Guà);
- acquifero indifferenziato della media pianura;
- acquifero confinato di Almisano.

Una ulteriore aggregazione è stata poi introdotta all'interno dei tre sistemi acquiferi sopra individuati delimitando alcuni sottobacini (macroaree) che, per caratteristiche idrauliche o per posizione geografica, ricomprendono pozzi tra loro omogenei.

5.2.1 ACQUIFERO DI SUB-ALVEO DEL TORRENTE CHIAMPO

Si tratta di un acquifero di potenza compresa tra 50 e 90 m, privo di copertura impermeabile, in cui sono particolarmente elevati gli interscambi idrodinamici con il torrente Chiampo.

In questa falda sono stati sottoposti ad analisi **6 pozzi**: 4 ricadenti nel sub-bacino dell'"alto Chiampo" e 2 pozzi nel sub-bacino del "medio Chiampo" (a valle di Arzignano), che attingono ad una profondità compresa tra 17 e 70 m (profondità media di prelievo 44 m circa).

Com'era naturale attendersi, il contenuto salino delle acque sotterranee dell'alta valle del Chiampo (fino ad Arzignano) è risultato più basso rispetto a quello misurato a sud di Arzignano.

Non sono presenti episodi gravi di inquinamento se si esclude, a valle di Arzignano, una presenza di cromo doppia rispetto ai valori di fondo (4,5 µg/L contro un valore di fondo di 1-2 µg/L) e di composti organoalogenati volatili (VOCs) a concentrazioni attorno al nuovo "valore di parametro" fissato dal D. Lgs. 31/2001 in 10 µg/L (valore medio misurato 11,8 µg/L).

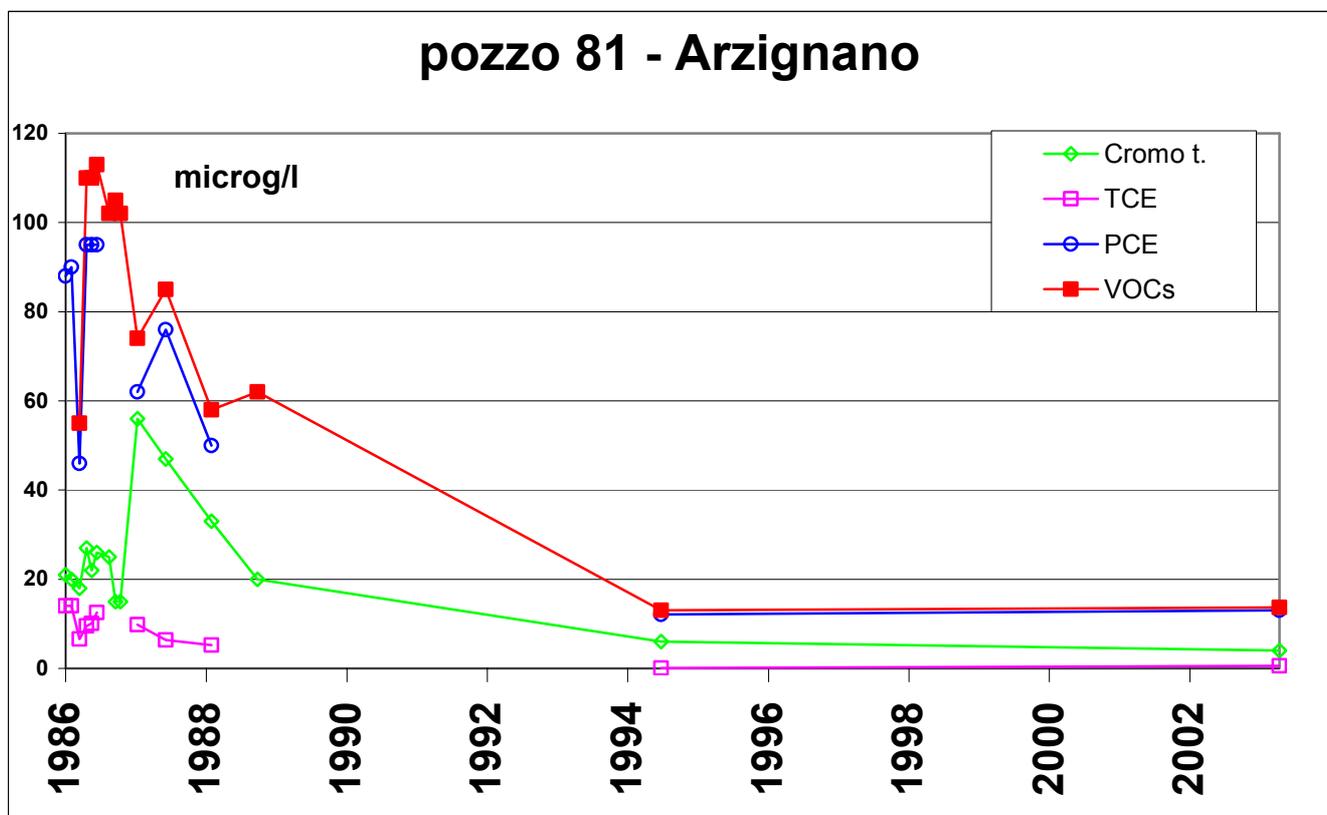
Valori medi del chimismo

Sottobacino	pH	K spec. (µS/cm)	residuo fisso	durezza totale	cloruri (mg/L)	nitrati (mg/L)	solfati (mg/L)
Chiampo (media di 4 pozzi)	7,6	462	312	25	8	11	25
Arzignano (media di 2 pozzi)	7,8	540	362	29	22	15	27

Valori medi di alcuni microinquinanti

Sottobacino	cromo (µg/L)	ferro (µg/L)	nichel (µg/L)	rame (µg/L)	MC (µg/L)	TCE (µg/L)	PCE (µg/L)	VOCs (µg/L)
Chiampo (media di 4 pozzi)	1,3	12	1,1	2	< 0,1	0,1	0,6	0,9
Arzignano (media di 2 pozzi)	4,5	23	1,5		0,8	0,7	10,2	11,8

Nel **grafico** riportato a seguire vengono illustrati a titolo esemplificativo le tendenze idrochimiche dal 1986 al 2003 per il pozzo 81 di Arzignano.



5.2.2 ACQUIFERO FREATICO DELLA MEDIA PIANURA DEL TORRENTE CHIAMPO (Montorso-Zermeghedo-Montebello Vicentino)

Si tratta di un acquifero di potenza superiore ai 100 m; anche in questo caso privo di copertura impermeabile, che si colloca a valle delle zona industriale di Arzignano.

In questo acquifero sono stati monitorati **18 pozzi** che sono stati aggregati tra loro in tre sottobacini, mediando i risultati, rispettivamente:

- a. nel sotto-bacino del "basso Chiampo" (6 pozzi),
- b. nella media pianura-nord (4 pozzi),
- c. nella media pianura-sud (8 pozzi).

La profondità media di attingimento si abbassa, in questo caso, a 64 m circa. Anche in questo acquifero sono stati misurati, da monte verso valle, valori via-via più elevati delle principali specie chimiche disciolte.

Si registra invece un andamento opposto per i micro-inquinanti più comuni: il cromo si stabilizza attorno ai 5 µg/L mentre i composti organoalogenati volatili (VOCs) scendono da 11,8 a circa 3 µg/L.

Valori medi del chimismo

Sottobacino	pH	K spec. ($\mu\text{S/cm}$)	residuo fisso	durezza totale	cloruri (mg/L)	nitrati (mg/L)	solforati (mg/L)
Montorso (media di 6 pozzi)	7,6	601	407	31,4	24	18	38
Zermeghedo-Montebello (media di 4 pozzi)	7,6	749	505	36,2	37	24	54
Montebello Vicentino (media di 8 pozzi)	7,7	667	451	33,2	38	22	49

Valori medi di alcuni microinquinanti

Sottobacino	cromo ($\mu\text{g/L}$)	ferro ($\mu\text{g/L}$)	nichel ($\mu\text{g/L}$)	rame ($\mu\text{g/L}$)	MC ($\mu\text{g/L}$)	TCE ($\mu\text{g/L}$)	PCE ($\mu\text{g/L}$)	VOCs ($\mu\text{g/L}$)
Montorso (media di 6 pozzi)	5,3	216	2	2	0,2	0,4	5,2	5,8
Zermeghedo-Montebello (media di 4 pozzi)	6,7	143	3	6	0,1	0,1	2,1	2,3
Montebello Vicentino (media di 8 pozzi)	5,3	10	1,7	1,9	0,8	0,3	2,6	3,7

Vanno inoltre segnalate alcune situazioni di difficile interpretazione, e quindi da verificare nel tempo, in particolare per quanto riguarda i **pozzi 98 e 99**, relativamente vicini tra loro ma con significative differenze sia per quanto si riferisce al chimismo (il pozzo 98, più a monte, ha durezza leggermente inferiore ed un contenuto di solfati più elevato del pozzo 99), sia con riferimento alla presenza di VOCs (3 $\mu\text{g/L}$ nel pozzo 98, contro gli 11 $\mu\text{g/L}$ del pozzo 99).

Questa particolare condizione potrebbe trovare giustificazione, per il pozzo 98 nel contesto territoriale caratterizzato dalla presenza dell'area industriale di Arzignano e per il pozzo 99 nella vicinanza al F. Guà.

5.2.3 ACQUIFERO DI SUB-ALVEO DEI TORRENTI AGNO-GUÀ

Anche per questo sistema valgono le considerazioni fatte per l'acquifero di sub-alveo del Chiampo relativamente al contenuto salino delle acque sotterranee.

Sono stati sottoposti a monitoraggio **17 pozzi**, la cui profondità di attingimento è compresa tra 23 e 97 m (media 61 m circa) e si è confermato che nell'alta valle dell'Agno-Guà (fino a Trissino) si misurano, per i principali parametri di tipo conservativo, concentrazioni più basse rispetto a quanto si misura a valle di Trissino fino a Montecchio Maggiore e più a sud.

Merita di essere sottolineato l'elevato contenuto di solfati che si riscontra già nell'acquifero dell'alta valle dell'Agno, rispetto all'acquifero della vicina valle del Chiampo (60 mg/L circa nell'Agno contro i 25-27 mg/L nel Chiampo), con valori che tendono a diminuire nelle porzioni più meridionali dell'acquifero indifferenziato, probabilmente per effetto della miscelazione con acque di altra provenienza.

La circostanza è verosimilmente imputabile alla composizione litologica dei terreni attraversati.

Relativamente ai microinquinanti, la concentrazione di cromo raddoppia nel passaggio dall'acquifero di sub-alveo di monte a quello di Montecchio Maggiore (da 3 a 6 $\mu\text{g/L}$); decisamente bassa è invece la concentrazione di composti organoalogenati con valori medi di VOCs tra 1,3 e 1,7 $\mu\text{g/L}$.

Infine, nell'acquifero tra Trissino e Montecchio Maggiore è ancora attivo l'inquinamento da nitro-alogeno derivati aromatici (intermedi di sintesi organica) risalente alla seconda metà degli anni '70, con concentrazioni che, in due pozzi, raggiungono rispettivamente 3 e 9 µg/L.

Valori medi del chimismo

Sottobacino	pH	K spec. (µS/cm)	residuo fisso	durezza totale	cloruri (mg/L)	nitrati (mg/L)	solfati (mg/L)
Valdagno - Cornedo - Castelgomberto – Trissino (media di 8 pozzi)	7,6	484	328	27,1	5	10	65
Montecchio Maggiore (media di 9 pozzi)	7,7	533	359	30,0	8	16	55

Valori medi di alcuni microinquinanti

Sottobacino	cromo (µg/L)	ferro (µg/L)	nicel (µg/L)	rame (µg/L)	MC (µg/L)	TCE (µg/L)	PCE (µg/L)	VOCs (µg/L)
Valdagno - Cornedo - Castelgomberto - Trissino (media di 8 pozzi)	2,9	--	1,4	4,4	0,1	0,2	1,5	1,7
Montecchio Maggiore (media di 9 pozzi)	5,7	--	2,0	2,2	0,1	0,1	1,0	1,3

5.2.4 Acquifero artesiano della pianura di Lonigo

L'acquifero confinato di Almisano riveste un'importanza del tutto particolare perché rappresenta la fonte di approvvigionamento idropotabile di alcuni comuni del basso vicentino (tra cui Lonigo e Noventa) e di una decina di comuni del veronese, fino a Legnago. Dal punto di vista geostrutturale la potenza delle alluvioni supera il centinaio di metri di spessore saturo, dando luogo ad un complesso sistema multifalda di importanza strategica.

Nell'ambito di un progetto regionale di unificazione e razionalizzazione dei diversi punti di attingimento presenti in questo sistema di falde, i numerosi pozzi utilizzati dal Consorzio CISIAG, dal Consorzio Cologna-Montagnana e dal comune di Lonigo sono stati in parte abbandonati e sostituiti da nuovi pozzi più profondi, che convogliano oggi circa 500 l/s alla Centrale di Madonna di Lonigo.

Le caratteristiche chimiche di queste acque sono per certi versi abbastanza simili a quelle misurate nell'acquifero della media pianura del Chiampo: salinità e durezza quasi coincidono con quelle dei pozzi della media pianura, mentre più elevato è il contenuto di cloruri e solfati.

Va peraltro sottolineata la notevole variabilità dei valori misurati nei diversi pozzi: la conducibilità elettrica è compresa tra 440 e oltre 920 µS/cm, la durezza totale tra 18 e 45 ° francesi, i cloruri tra 14 e 92 mg/L.

Notevole risulta anche l'intervallo di variazione per il parametro nitrati (concentrazioni comprese tra 20 mg/L e la totale assenza), ma, in quest'ultimo caso, la contemporanea presenza di ammoniaca e ferro fa ricondurre il fenomeno a cause del tutto naturali (caratteristiche dei terreni attraversati).

Relativamente ai microinquinanti, il cromo si attesta attorno a 3 µg/L (poco al di sopra dei valori di fondo), mentre desta preoccupazione la presenza dei composti organoalogenati che, in alcuni pozzi di acquedotto, superano il nuovo "valore di parametro" fissato dal D. Lgs. 31/2001 in 10 µg/L (valore medio 6,4 µg/L).

Valori medi del chimismo

Sottobacino	pH	K spec. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	residuo fisso	durezza totale	cloruri (mg/L)	nitrati (mg/L)	solforati (mg/L)
Lonigo (Almisano) (media di 12 pozzi)	7,8	647	452	34,3	49	12	56

Valori medi di alcuni microinquinanti

Sottobacino	cromo ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ferro ($\mu\text{g}/\text{L}$)	nichel ($\mu\text{g}/\text{L}$)	rame ($\mu\text{g}/\text{L}$)	MC ($\mu\text{g}/\text{L}$)	TCE ($\mu\text{g}/\text{L}$)	PCE ($\mu\text{g}/\text{L}$)	VOCs ($\mu\text{g}/\text{L}$)
Lonigo (Almisano) (media di 12 pozzi)	3,5	208	1,4	1,6	0,3	1,1	5,5	6,4

In relazione alla particolare collocazione dell'acquifero che rappresenta un punto di confluenza per le specie chimiche rilasciate nelle zone di ricarica e alla notevole importanza dal punto di vista acquedottistico, si ritiene opportuno in una seconda fase effettuare un approfondimento particolare sul chimismo di queste acque, intensificando il numero dei pozzi da monitorare allo scopo di caratterizzare i singoli livelli acquiferi.

5.2.5 Acquifero confinato della pianura veronese

L'acquifero della porzione più orientale della pianura veronese (S. Bonifacio - Zimella) ha caratteristiche sostanzialmente diverse da quelle misurate nel vicino sistema di falde confinate di Almisano.

Si sono infatti misurati una salinità più contenuta (il residuo fisso è circa la metà di quello dei pozzi di Almisano) e valori decisamente più bassi di durezza, cloruri, nitrati e solforati.

I microinquinanti più comuni sono a "livello di fondo" o poco al di sopra del fondo naturale.

Valori medi del chimismo

Sottobacino	pH	K spec. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	residuo fisso	durezza totale	cloruri (mg/L)	nitrati (mg/L)	solforati (mg/L)
S. Bonifacio - Zimella (media di 2 pozzi)	8,1	350	235	19,0	7	2,5	30

Valori medi di alcuni microinquinanti

Sottobacino	cromo ($\mu\text{g}/\text{L}$)	ferro ($\mu\text{g}/\text{L}$)	nichel ($\mu\text{g}/\text{L}$)	rame ($\mu\text{g}/\text{L}$)	MC ($\mu\text{g}/\text{L}$)	TCE ($\mu\text{g}/\text{L}$)	PCE ($\mu\text{g}/\text{L}$)	VOCs ($\mu\text{g}/\text{L}$)
S. Bonifacio - Zimella (media di 2 pozzi)	2,0	< 5	< 1	< 1	< 0,1	1,0	1,0	2,0

Il quadro conoscitivo sviluppato nel corso delle attività di fase 1 permette in sintesi di:

- riconoscere dei bacini e delle macroaree differenziate in ordine ai caratteri idroqualitativi principali,
- valutare per confronto con analisi storiche dei trends evolutivi in atto,

- individuare i motivi dominanti del sistema che meritano un approfondimento di indagine.

Nelle considerazioni conclusive espresse al capitolo seguente si focalizza l'attenzione sulle possibilità di approfondimento della situazione qualitativa delle acque sotterranee all'interno del Progetto Giada.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

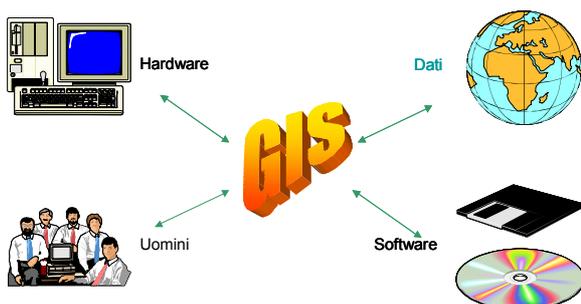
Nella presente Relazione conclusiva e negli allegati che la corredano sono stati illustrati e raccolti gli elementi tecnici elaborati nel corso delle indagini idrogeologiche ed idrochimiche di FASE 1 a supporto del Progetto Giada.

Allo stato attuale, considerate le criticità e le lacune ancora presenti entro il quadro conoscitivo ed alcuni limiti riconducibili alla scarsità di informazioni in contesti differenti, si ritiene prematuro formulare vere e proprie considerazioni conclusive in ordine agli obiettivi definiti in premessa.

Tuttavia le indagini a tutt'oggi condotte hanno già evidenziato aspetti di indubbio interesse, che vengono di seguito richiamati.

7.1. STRUTTURA GIS DI PROGETTO

Innanzitutto è da sottolineare come il criterio basilare di impostazione delle ricerche è quello di ottimizzare la fruibilità dei dati territoriali di interesse.



Considerato che le fenomenologie geoidrologiche in esame corrispondono a complesse interazioni spazio-temporali tra vari elementi del sistema naturale e del ciclo dell'acqua si è ritenuto indispensabile impostare lo studio impiegando un Sistema Informativo Geografico (GIS)

Tra le caratteristiche peculiari del sistema GIS si ricordano le seguenti:

- visualizzazione grafica dei dati su supporti cartografici ed ortofotografici georiferiti implementabilità e possibilità di aggiornamento continuo, anche in seno alle attività cui sarà preposta l'Agenzia;
- diffusione del dato presso molteplici utenti, anche via web (web GIS);
- compatibilità con altre piattaforme, garantita dall'utilizzo di formati di interscambio (import export di files tra sistemi, Enti, soggetti etc.);
- organizzazione di scenari complessi e dinamici altrimenti non gestibili su supporto cartaceo;
- possibilità di interrogazioni, estrazione dati, filtri e ricerche sia sul data base alfanumerico che tramite *query* spaziali;
- possibilità di creazione di cartografia tematica anche di elevata qualità.

In tal senso il risultato delle attività di FASE 1 si concretizza nella implementazione della banca-dati (DB), che viene fornita in formato digitale e che rappresenta un primo stadio di organizzazione dei dati disponibili per il settore in esame.

7.2. ASSETTO IDROSTRUTTURALE

Per quanto attiene la ricostruzione idrostrutturale del dominio indagato appare rilevante sottolineare che il progetto in essere rappresenta anche sotto questo profilo una prima importante occasione per la raccolta,

l'omogeneizzazione ed il trattamento di molteplici informazioni di tipo geologico ed idrogeologico, già presenti in letteratura o presso archivi pubblici e privati in forma non organica.

L'organizzazione dei dati proposta diviene quindi il momento iniziale di un lavoro a più ampio respiro che dovrà essere portato avanti in modo organico e sistematico in ordine ad una ricostruzione sempre più perfezionata ed esaustiva dell'assetto geometrico e strutturale degli acquiferi locali.

Dal punto di vista quantitativo sono stati individuati, se pur in forma ancora preliminare, i termini che costituiscono il bilancio idrogeologico presso il settore di ricarica degli acquiferi e sono stati approfonditi i rapporti di interscambio tra i fattori dell'alimentazione e quelli del deflusso.

Solo nel prosieguo delle attività si prevede di completare l'acquisizione dei dati mancanti e di validare le quantità in gioco al fine di poter esprimere su base scientifica una stima di compatibilità circa l'attuale grado di sfruttamento della risorsa idrica sotterranea.

Tali obiettivi di FASE 2, come a seguire esplicitato, si individuano approfondimenti quantitativi presso il sistema poroso ed in parte altre indagini inedite presso gli ammassi fessurati del rilievo.

7.3. SITUAZIONE IDROCHIMICA

In ordine al chimismo delle acque sotterranee nelle attività di FASE 1 sono stati esaminati dati analitici inediti storici inerenti numerose campagne di rilevazione compiute tra gli anni 80 e 90. Tali risultanze sono state confrontate con un campionamento più recente del 2003, svolto presso pozzi strategici distribuiti omogeneamente entro il dominio del progetto .

I dati disponibili, dopo elaborazioni e controlli, hanno reso possibile una differenziazione macroscopica tra il sistema Agno-Guà e quello del T. Chiampo. La tipizzazione delle acque afferenti ai sistemi succitati emerge in primo approccio dall'analisi di un tracciante specifico (ione solfato), che consente di differenziare tali apporti; nell'acquifero multifalda di Almisano, ove si riscontra una notevole variabilità dei principali parametri chimico-fisici, risulta più difficile una caratterizzazione dei diversi livelli acquiferi e si rende necessario un approfondimento del lavoro, utilizzando una maggiore densità di punti di monitoraggio distribuiti entro i vari livelli produttivi.

Con riferimento alla presenza di microinquinanti di origine industriale, un primo raffronto tra i dati acquisiti alla fine degli anni '80 e quelli più recenti evidenzia una tendenza generalizzata ad un miglioramento della qualità delle falde idriche.

Più in particolare, fatta eccezione per eventi puntuali di inquinamento già in fase di messa in sicurezza, si osserva una forte diminuzione dei fenomeni di contaminazione da composti organoalogenati negli acquiferi della media Valle del Chiampo ed una sostanziale stabilità del tenore di cromo mentre permane nella porzione orientale dell'acquifero freatico (tra Trissino e Montecchio M.) l'inquinamento da nitroalogenoderivati aromatici risalente al caso RIMAR accaduto alla fine degli anni '70.

Va comunque evidenziato che, se da un lato l'entità del prelievo effettuato nel distretto di Almisano è destinato ad aumentare con una prospettiva di emungimenti prossimi al metro cubo al secondo, dall'altro la concentrazione

attuale di composti organoalogenati si mantiene all'intorno del "valore di parametro¹³"; in relazione a questo non è da escludere la necessità di ricorrere a trattamenti specifici per la rimozione di detti composti.

- ciò richiede in ogni caso una maggiore frequenza di controllo, peraltro già in essere nei pozzi produttivi, anche con riferimento ai recenti episodi di inquinamento verificatisi nel comune di Arzignano;
- quanto sopra descritto rimarca in conclusione la complessità idrogeologica dell'ambito di studio e delle fenomenologie idrochimiche in essere nonché l'importanza e l'urgenza di attivare una struttura operativa dedicata alla acquisizione ed alla interpretazione di tutte le informazioni che possono ottimizzare la gestione della risorsa idrica.

7.4. LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ DI FASE 2

Il quadro conoscitivo di base necessario al raggiungimento degli obiettivi di progetto non può prescindere da una concreta conoscenza delle caratteristiche idrogeologiche del substrato lapideo. Il territorio di interesse risulta essere infatti in buona parte montuoso o collinare (circa 80%) e quindi, il semplice studio degli acquiferi presenti nei materassi alluvionali non è sufficiente alla formulazione di un quadro conoscitivo completo del sistema fisico.

Allo stato attuale, ad esempio, mancano completamente informazioni attendibili sulle possibili interconnessioni tra acquiferi nel sistema fratturato (roccia) e le meglio conosciute falde del sistema poroso.

Per la concreta valutazione del bilancio idrogeologico dell'area di interesse è necessario quindi cercare di definire un modello concettuale attendibile della circolazione idrica sotterranea anche per i settori montani e collinari che costituiscono le principali aree di infiltrazione e ricarica per gli acquiferi delle vallate e della pianura .

Gli obiettivi sopra elencati possono essere ragionevolmente raggiunti sviluppando le seguenti fasi:

- 1) studio geologico e idrogeologico orientato alla disamina dei sistemi tettonici fragili e alla determinazione delle caratteristiche di permeabilità degli ammassi rocciosi fratturati.
- 2) mappatura e studio delle sorgenti significative presenti nel territorio e determinazione delle caratteristiche idrauliche e chimico-fisiche di base
- 3) analisi chimiche delle acque
- 4) rilievo dei corsi d'acqua

In aggiunta a tali aspetti¹⁴ di rilevanza strategica per comprendere i meccanismi che regolano la formazione delle portate che alimentano i sistemi a tutt'oggi sfruttati si è del parere che il bilancio idrogeologico del comparto Giada debba essere ottimizzato.

In quest'ottica si osserva che il principio del *water budget* supporta in accezione normativa la gestione delle acque sotterranee: se si confrontano la L.36/94, il DPCM del 03/96, il D. Lgs. 152/99 si osserva un generale recepimento a livello giuridico-normativo del criterio del "bilancio idrogeologico".

¹³ fissato dal D.Lgs 31/01 in 10 µg/l

¹⁴ che costituiscono un'occasione sperimentale di importanza scientifica

La programmazione dell'uso sostenibile delle acque sotterranee deriva in tal senso dalla effettiva conoscenza del rapporto tra "richiesta" (=sfruttamento) e "disponibilità" della risorsa.

L'obiettivo suddetto nel caso di specie si può conseguire:

- a. evitando eccessi (soprattutto se permanenti),
- b. integrando in modo sostanziale le politiche di conservazione delle risorse con quelle di sviluppo dei settori industriale ed agricolo,
- c. riducendo gli inquinamenti delle acque sotterranee.

Relativamente al Progetto Giada il concetto del bilancio è stato portato avanti in modo organico (FASE 1) fino a dove i dati hanno segnalato una rappresentatività sufficiente (ad es. dati di censimento dei prelievi in essere).

In ogni caso l'approccio di solo "bilancio statico" non può essere definitivo entro il contesto di specie.

La necessità di prevedere i trends di sostenibilità, cui possono conseguire vincoli socio-economici limitativi per il territorio, impone di conoscere in modo approfondito la metodica di valutazione del concetto di bilancio.

Il vero ed unico gestore situazione territoriale GIADA può derivare solo dall'implementazione di un modello matematico calibrato con finalità predittive.

In quest'ottica tutti i dati raccolti possono divenire un'importante database di riferimento, per la prima volta organizzati al fine ultimo di divenire parte componente di un meccanismo complesso di interazioni fisico-idrodinamiche-idrochimiche (il modello concettuale).

L'implementazione di uno strumento siffatto richiede risorse economiche ed umane consistenti, che potranno essere dedicate al problema solo gradualmente, per fasi successive di approfondimento.

Nel frattempo urge tuttavia impostare una serie di indicatori dinamici dei fenomeni in atto, secondo una rete (anch'essa implementabile per steps), che fornisca gli elementi caratteristici del sistema.

Tra gli indicatori meritevoli di approfondimento nel corso della FASE 2 si segnalano i seguenti:

- livello piezometrico: relativo ai mezzi idrici in cui la circolazione avviene per porosità interstiziale. Il livello sul medio-lungo periodo diviene indice di sostenibilità nella misura in cui è interconnesso con altre misure quali-quantitative, indice del quadro idrogeologico con i sistemi fratturati che bordano il sistema poroso.
- le portate delle sorgenti "strategiche" possono divenire il parallelo indicatore per i sistemi a porosità fissurale; l'ambito in studio entro il progetto Giada giustifica senza dubbio il potenziale investimento di risorse per attivare misure basilari in continuo (portate, temperatura, conducibilità elettrica, etc.) presso i punti più importanti del distretto; successive implementazioni del progetto potranno a seguire potenziare la rete di misura.
- i punti precedenti sono in qualche modo interconnessi con i deflussi in alveo dei corsi d'acqua; le Q di deflusso superficiale sono interconnesse in modo stretto con la regolazione dell'immagazzinamento dei serbatoi naturali; misure di portata differenziali presso sezioni significative e con idonea frequenza consentiranno di ampliare il quadro conoscitivo inerente i fattori di ricarica (le dispersioni) e le "perdite" dei serbatoi sotterranei per deflusso in alveo.

Il quadro programmatico sopra delineato verrà quindi integrato e validato attraverso analisi chimiche delle acque sotterranee e sorgive, che consentano di confermare sotto un altro profilo interpretativo il quadro conoscitivo formulato.

La predisposizione di un idoneo piano di monitoraggio quali-quantitativo entro il dominio di Progetto costituisce in conclusione un ulteriore obiettivo finale delle indagini, rispettivamente mirate a:

- il controllo qualitativo in corrispondenza ai settori strategici della ricarica o dei prelievi,
- il riconoscimento delle tendenze evolutive
- ed alla eventuale individuazione di fenomenologie di contaminazione delle risorse idriche sotterranee.

Con riferimento agli obiettivi prioritari delle ricerche in essere, finalizzate come è noto alla stima del grado di pressione quali-quantitativo sulle risorse idriche sotterranee del comparto, si focalizza in conclusione l'attenzione sulla necessità di precisare ulteriormente la valutazione del grado di sfruttamento degli acquiferi.

Anche in relazione ai contenuti programmatici di cui al recente Piano di Tutela delle Acque, che si propone di migliorare la gestione delle risorse idriche naturali "*a garanzia delle generazioni future*", è da evidenziare come le attività di censimento, catalogazione prese, controlli sui volumi emunti, monitoraggi piezometrici ed accertamenti idrochimici periodici intrapresi o proposti nel corso di questo lavoro e più in generale tutti gli approfondimenti di carattere territoriale espletati o da svolgere nel prosieguo del progetto, costituiscano una base organica per programmare correttamente le funzioni operative della costituenda Agenzia.

Maggio, 2005

Dr. Lorenzo Altissimo
Centro Idrico Novoledo Srl

Dr. Alessio Schiavo
LTS Srl

Dr. Andrea Sottani
Sinergeo Srl

8. BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Antonelli R., Dazzi R., Gatto G., Mari G.M., Mozzi G., Zambon G., Carta della vulnerabilità naturale con note illustrative. Valli dell'Agno-Guà e del Chiampo e nella latistante pianura. GNDCI del CNR, Venezia, 1993.
- Antonelli R., Dazzi R., Gatto G., Mari G.M., Mozzi G., Zambon G., Correlazioni litostratigrafiche e idrostrutturali nel complesso alluvionale della bassa valle del Fiume Agno-Guà e nella antistante pianura vicentina. Boll. Serv. Idrogeol. It., Roma, 1993.
- Antonelli R., Stella L., Il chimismo delle acque freatiche della media e bassa valle del fiume Agno-Guà (Vicenza). St. Tren. Sc. Nat., vol. 56, Trento, 1979.
- Barbieri G., De Zanche V., Sedeo R., Vulcanesimo paleogenico ed evoluzione del semigraben Alpone-Agno. Rend. Soc. Geol. It., vol. 14, p. 5-12., Padova, 1991.
- Castellarin A., Corsi M., De Vecchi G., Gatto G.O., Largaiolli T., Mozzi G., Piccoli G., Sassi F.P., Zanettin B., Zirpoli G., Note illustrative sulla carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 36 Schio. Roma. 1980
- Ministero dei LL.PP., Servizio idrografico, Uff. Idrog. Magistr. Acque, Superfici dei bacini imbriferi del compartimento Agno-Guà, Brenta, Piave. Vol. 123, 1935.
- Rosati I., L'impiego dei G.I.S. nella pianificazione territoriale come supporto per la raccolta, l'organizzazione e la gestione dei dati. "Geologia. Tecnica e Ambiente", vol.3 p. 15-24., 1998.
- Sottani N., Marcolongo B., Baggio P., Il bilancio idrogeologico degli acquiferi nella pianura a nord di Vicenza. St. Tren. Sc. Nat., Quaderno 1, vol. 52/3, Trento, 1975.
- Turc L., Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle, formule climatique simplifiée et mise a jour. Ann. Agron., Vol.12, pagg. 13-49, 1961.
- AA.VV. Rapporto sullo stato dell'ambiente nella provincia di Vicenza. Collegio degli Ingegneri della provincia di Vicenza, 1990.
- Altissimo L., Arca F., Dal Prà A., Ferronato A., Fumagalli F., Marangoni L., Mussato A., Zangheri P., Processi di inquinamento chimico-industriale delle acque sotterranee nella media ed alta pianura veneta. Mem. Sc. Geologiche, Padova, 1995.
- Provincia di Vicenza, Rapporto sullo stato dell'ambiente, Anno 2000 (in collaborazione con Arpav).